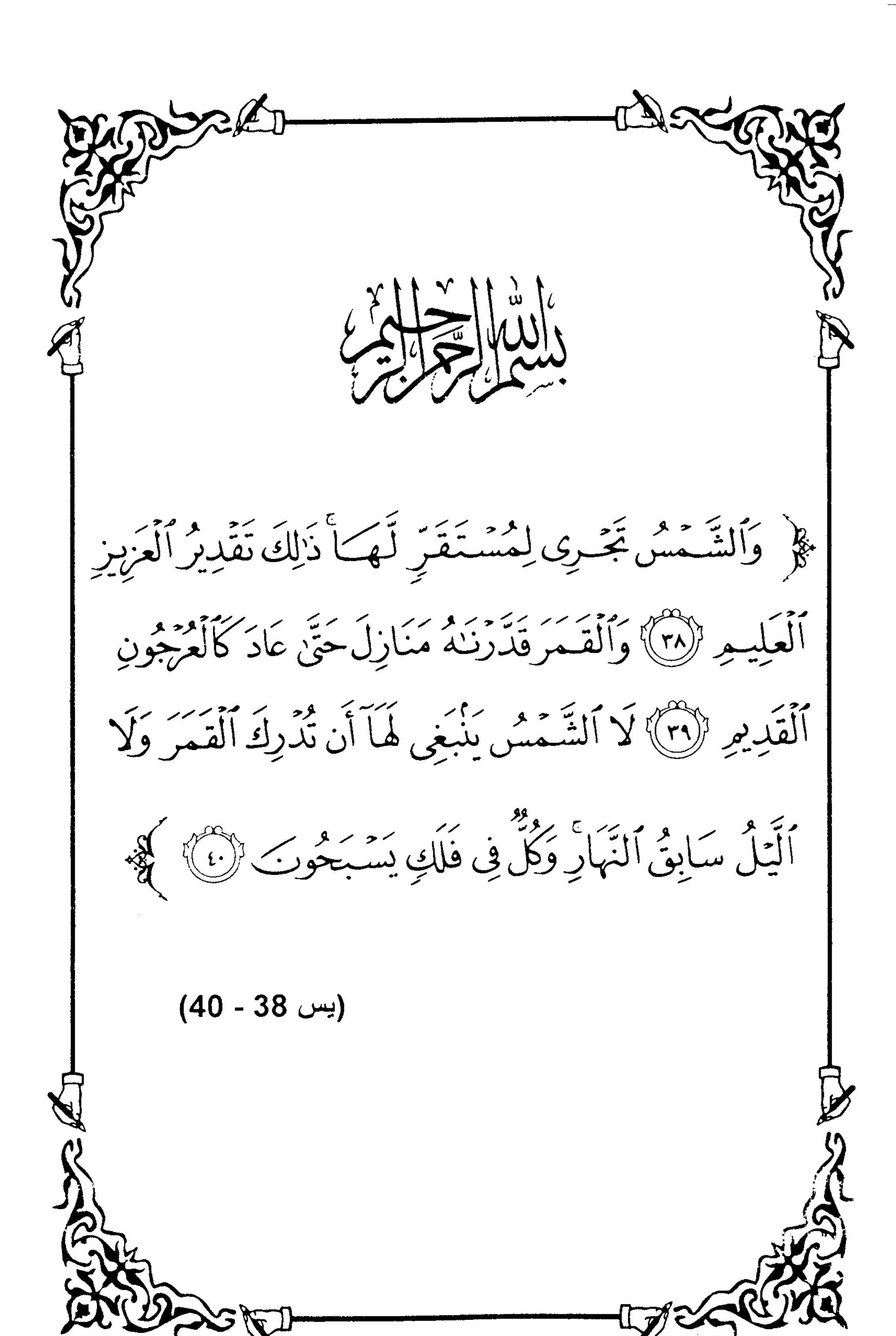
أسس علم الفلك الحديث
في الحضارة الاسلامية

دكتور
خالد أحمد حسنين حربي

2013



دار الكتب والوثائق القومية	
عنوان المصنف	أسس علم الفلك الحديث في الحضارة الإسلامية.
اسم المؤلف	خالد أحمد حسنين حربي.
اسم الناشر	المكتب الجامعي الحديث.
رقم الايداع	2009/13401
الترقيم الدولي	.978-977-438-061-9
تاريخ الطبعة	الأولى مارس 2009.



بسم الله الرحمن الرحيم
﴿ وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَّهَا ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ
الْعَلِيمِ (٣٨) وَالْقَمَرَ قَدَّرْنَاهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ
الْقَدِيمِ (٣٩) لَا الشَّمْسُ يَنبَغِي لَهَا أَن تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا
اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ ۚ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ (٤٠) ﴾
(يس 38 - 40)

مقدمة

الحمد لله خالق الأكوان وجاعل الأرض مهاداً والجبال أوتاداً، ومسيّر الليل والنهار والشمس والقمر بحسبان. وأصلى على كافة المرسلين صلاة تستغرق مع سيد البشر سائر المرسلين، وعلى آله وصحبه والتابعين بإحسان إلى يوم الدين. أما بعد:

فيعد علم الفلك من العلوم التى راجت فى العصر الإسلامى وازدهرت مثله مثل بقية علوم الحضارة الإسلامية إبان نهضة الأمة الإسلامية العلمية منذ القرن الأول للهجرة وما تلاه من قرون. فاهتم علماء الحضارة الإسلامية بعلم الفلك اهتماماً بالغاً تفجر لديهم أولاً من دعوة القرآن الكريم إلى التفكر والتدبر فى مخلوقات الله من سموات وأفلاك ونجوم وكواكب وشمس وقمر وأرضيين وغيرها، واتجه علماء الفلك ثانياً لدراسته بغرض إبطال التنجيم الذى ساد جاهلية العرب قبل الإسلام. وباستقرار الإسلام كدين يدعو إلى التأمل فى ملكوت السموات والأرض ويُحرم التنجيم، اهتم المسلمون بالفلك كعلم ينظر فى حركات الكواكب الثابتة والمتحركة والمتحيرة (السيارة)، ويستدل من تلك الحركات على أشكال وأوضاع الأفلاك التى لزمت عنها هذه الحركات بطرق هندسية. واقتضتهم الشعائر الدينية كتحديد اتجاه القبلة وميلاد هلال شهر رمضان، وتحديد بداية الشهور العربية إلى أن يضعوا مزيداً من جداول الكواكب لحساب السنين.

وترجع بداية دراسة المسلمين للفلك إلى زمن مبكر إبان الخلافة الأموية، ويؤرخ لهذه البداية بترجمة أول كتاب فى علم الفلك من اليونانية إلى العربية، وهو كتاب مفتاح النجوم المنسوب لهرمس الحكيم.

ويعد العصر العباسى عصر ازدهار علم الفلك الإسلامى وتطوره، إذ أولى الخلفاء اهتمامهم به ابتداءً بأبى جعفر المنصور الخليفة العباسى الثانى (136- 158هـ) الذى عُرف بحبه للفلك وللمشتغلين به وتقريبهم، والذى كان هو نفسه فلكياً. وفى عهده عُنى التراجمة وعلماء الفلك بترجمة أعمال فلكية هندية ويونانية مثل كتاب "سندهانتا" الهندى وكتاب المجسطى لبطليموس اليونانى. وبعد دراسة هذين الكتابين وغيرهما من الكتابات المترجمة والوقوف عليها بالنقد والتمحيص، انطلق علماء الفلك المسلمين إلى مرحلة الإبداع واكتشاف مالم يكتشف سابقاً من كشوفات فلكية وتدشين نظريات جديدة شغلت مكاناً رئيساً فى علم الفلك الحديث.

فما حجم مساهمة علماء الفلك المسلمين فى علم الفلك الحديث بصفة خاصة، والحضارة الإنسانية بصفة عامة.

تساؤل منهجى وجوهرى تحاول هذه الدراسة الإجابة عليه.

والله أسأل أن ينتفع بعملى هذا فهو تعالى من وراء القصد
وعليه التكلان وإليه المرجع والمآب.

خالد أحمد حربى

مدخل

تطور الفلك حتى الحضارة الإسلامية



يُعد علم الفلك من أقدم العلوم التى عرفها الإنسان، فنشأ مع الإنسان الأول ورافقه فى الخلاء والعراء. فقد واجه الإنسان منذ فجر حياته صفحة السماء الزرقاء نهاراً، والمتلألئة بالنجوم المضيئة ليلاً، فجذب هذا اهتمامه وجعله يراقب حركات الشمس والقمر والنجوم يستأنس ببريقها ويراقب حركاتها ليلاً ونهاراً، ولا شيئاً من أمرها يدرى.

وبمرور السنين بدأ إنسان ما قبل التاريخ يراقب تغير أماكن الشروق والغروب وحركة القمر والشمس والنجوم، وظهور الأبراج واختفائها، وحركة الليل والنهار، وكانت تلك المراقبة مدعاة لاتخاذها بمثابة تقويم لظواهر طبيعية أو أحداث أو تأريخ لحدث ما. وبعد أن انتقل الإنسان إلى حياة الاستقرار والزراعة رأى أنه لابد من معرفة مواعيد بدء الاستعداد للأعمال الزراعية، فخطى الفلك خطوات موازية مع المعرفة الزراعية المبكرة، وأصبح لدى الإنسان شبه المتحضر ذو قيمة، فمن حركات النجوم عبر السماء كان يسترشد فيها نظاماً لمواقيته الليلية، واسترشد بظهور بعضها فى حراثة الأرض وزراعتها، وفى ظهور البعض الآخر ايذاناً بالفيضان أو الحصاد وما يتعلق بهما من أمور المعيشة، إلا أن مفاهيمه فى ذلك الزمان لم تخلو من الأوهام، فربط حياته ببعض النجوم التى تتحكم فى نوع ذريته وأمور مستقبله حيث كان يرى فيها مستقراً للآلهة وموطناً للقوى الغيبية التى تتحكم فى حياته وحياة بنى البشر أجمعين، ومن هنا عرف ذلك الإنسان التنجيم فى مراحله الأولى.

وعلى ضوء هذه المفاهيم البدائية الأولى، وُجد لدى الإنسان حبا فى التنظيم والتوقيت اللذين بدأ يدرك أهميتهما فى حياته التى ارتبطت بظهور واختفاء بعض التشكيلات النجمية تلك التى كان لابد من أن يسمى بعضها بأسماء مميزة. ومع أنه لم يكن معروفا أنذاك غير الحيوانات التى ألفها

الإنسان والأدوات والمعدات التى استخدمها، فإنه لم يتردد فى تسميتها بهذه الأسماء بما يتلاءم مع هيئة هذه التشكيلات مثل الفرس والأسد والدب والكلب، ومن الأوعية مثل الميزان والدلو والقوس. وشكلت النجوم والكواكب مرآة للإنسان القديم يرى فيها عالما متساميا، وتشير أقدم الوثائق إلى مكونات هذا العالم حيث جاء فيها وصف للشمس والقمر على أنهما تشكلان عائلة مع الزهرة وعطارد، وفى حين اكتسب كوكب عطارد صفة الخير وهو كوكب السرعة والبديهية الحاضرة والذكاء المشوّب بشيئ من الخبث، اكتسبت الزهرة صفة الشر، ويمثل المريخ الحرب والعدالة، بينما يمثل زحل القساوة والكآبة.

وتعرف المصريون القدماء على حركة النجوم والكواكب فى عصور ما قبل التاريخ نتيجة لجو مصر الصافى أثناء الليل، وارتبط موضوع الفلك عندهم ارتباطا وثيقاً بالفيضان السنوى للنيل الذى يتوقف عليه رخاء الفلاح أو فقره. وحاول المصريون حساب الزمن بواسطة القمر، ثم انتقلوا إلى التقويم الشمسى. ولانتظامه وسهولة فهمه كان التقويم المصرى من أنضج التقاويم المعروفة فى الحضارات القديمة، وذلك لاعتماده على حركة الشمس بين النجوم خلال سنة نجمية اتخذها المصريون منذ أكثر من خمسة آلاف سنة وحدة أساسية لقياس الزمن، فكان لهم السبق بين الأمم فى استخدام السنة النجمية التى تتألف من اثنى عشر شهراً، وكل شهر ثلاثون يوماً، وأضافوا خمسة أيام فى نهاية كل سنة سموها بالأيام السماوية المقدسة أو أيام النسئ، واتخذوها أعيادا، فكان مجموع أيام السنة عندهم 365 يوماً. وعندما وجدوا أن السنة تزيد ربع يوم على الأيام البسيطة، أضافوا سنة واحدة إلى كل 1460 سنة. وتكوّن كل أربعة أشهر من السنة فصلاً من ثلاثة هى مجموع فصول السنة والتى ارتبطت بالزراعة وفيضان النيل. فالفصل الأول يسمى أخيت أى

فصل الفيضان، والفصل الثانى يسمى فيرويت أى فصل الزرع، والفصل الثالث والأخير يسمى شومو، أى فصل الحصاد.

وتتضح قدرة المصريين القدماء فى الفلك لا فى تقويمهم، ولا من جداول عبور النجوم خط الزوال، ولا من جداول ظهورها فحسب، بل من بعض أدواتهم الفلكية من المزاول الشمسية البارعة وتركيبة المطمار على العصا الفرجونية التى مكنتهم من تحديد سمت البداية[1].

وارتبط الفلك بعبادة الأجرام السماوية عند البابليين، فعرفوا الأرصاد الفلكية والمرقب النجمى. وتوصل البابليون والسومريون إلى التقويم، فكانت السنة لديهم تتكون من 12 شهراً، والشهر من 29 أو 30 يوماً. وأمر حمورابى بزيادة شهرآخر للسنة إذا لزمت الضرورة. واهتم البابليون بالفلك نتيجة لعبادتهم لبعض الأجرام السماوية، وتوصلوا إلى نتائج تحسب لهم، حيث طبقوا الهندسة والمتواليات الحسابية فى الفلك وفسروا دورة القمر عن طريقها، كما طبقوا النظام السداسى فى الحساب على علم الفلك، وجعلوا محيط الأرض والفلك كقسمة الدائرة عندهم 360 درجة، وقسموا اليوم إلى 24 ساعة، والساعة إلى 60 دقيقة والدقيقة إلى 60 ثانية، وجعلوا أيام الأسبوع سبعة أيام نتيجة تعظيمهم للرقم (7)، واليوم الأول من كل أسبوع هو اليوم الذى يبدأ فيه الشهر، وأصبح الشهر مكونا من أربعة أسابيع، والسنة تزيد على 360 يوماً. ووضع البابليون والأشوريون أول تقويم فلكى يعود إلى عصر الملك آشور بانيبال (668 - 625 ق. م).

وقد استفاد اليونانيون من الفلك البابلى، فقد نقل بطلميوس القلوذى - تبعاً لصاعد الأندلسى - أرصادهم فى كتابه "المجسطى"، وأنه اضطر إليها فى

---

(1) جورج سارتون، تاريخ العلم، ترجمة لفيف من الدكاترة، دار المعارف، القاهرة 1957، 90/1.

تصحيح حركات النجوم المتحيرة، إذ لم يجد لأصحابه اليونانيين فى ذلك أرصاداً يثق بها، فوصل إلى اليونان بعضاً من موروثات علم الفلك فى كل من مصر وبابل، فاليونانيون وإن كانوا قد توصلوا إلى فهم الكثير من الحقائق الفلكية، لكنهم لم يستطيعوا أن يردوا جملة الحقائق التى توصلوا إليها إلى أخرى أشمل منها وصياغتها فى صورة قوانين عامة شاملة تصدق على الكون بأسره. وهكذا فالفلك اليونانى من أصل بابلى مختلط بالمناهج المصرية. وكان اليونانيون متحمسون للفلك كثيراً، إذ منطقوه ونشروه بين الناس. وفى سنة 280 ق.م قام الفلكى "بيدوسوس" بتأسيس مدرسة فى علم الفلك. وارتبط علم الفلك عند اليونانيين بالظواهر، ولعب الخيال دوراً كبيراً فى تكوينه، ومع ذلك تنبأ اليونانيون بالخسوف والكسوف واستطاعوا رسم أول صورة للأرض وتنبأ أحد حكماءهم السبعة وهو طاليس بحدوث كسوف الشمس، لكن نظريته لم تكن مقنعة، حيث نصت على أن الأرض قرص طاف فوق محيط واسع. وأعلن بعد ذلك "بارفيدس" تلميذ "فيثاغورث"، أن الأرض كروية وبرر ذلك بما تميز به الشكل الكروى من كمال، والفيثاغوريون هم أول من سمى العالم بلفظة "كوسموس" دلالة على ما فيه من نظام ووحدة وتجانس وترتيب. وفى حدود سنة 150 بعد الميلاد وضع بطلميوس المصرى الفلكى الشهير مجموعة من المبادئ الفلكية كان من الممكن أن تتنبأ بالمواضع التى تنتقل إليها الكواكب، ولكن افتراضه بأن الأرض مركز الكون، لم يمكنه من تبيان حقيقة السر الظاهرى للكواكب.

ويُعد علم الفلك من العلوم الطبيعية التى حظيت باهتمام العرب سواء فى الجاهلية أو بعد الإسلام. فكان للعرب فى العصر الجاهلى معرفة بأوقات مطالع النجوم ومغاربها، وعلم بأنواع الكواكب وأمطارها على حسب ما

أدركوه بفرط العناية وطول التجربة لاحتياجهم إلى معرفة ذلك فـــى أســباب المعيشة لا عن طريق تعلم الحقائق. فاقتصرت معرفتهم على ملاحظة حركات الكواكب والنجوم ومعرفة أحوال الرياح خلال فصول السنة لتحديــد مواعيــد رحلتى الشتاء والصيف التجاريتين، وما يرتبط بهما من مناسبات اجتماعيــة ودينية، وربطوا معرفتهم الفلكية بأمور التنبؤ بالمستقبل تلك المعرفــة التـــى تبلورت فيما عُرف لديهم بالتنجيم.

أما فى الإسلام فقد أبطل الدين الحنيف صناعة التنجيم: ﴿ قُل لَّآ أَمۡلِكُ لِنَفۡسِي نَفۡعٗا وَلَا ضَرًّا إِلَّا مَا شَآءَ ٱللَّهُۚ وَلَوۡ كُنتُ أَعۡلَمُ ٱلۡغَيۡبَ لَٱسۡتَكۡثَرۡتُ مِنَ ٱلۡخَيۡرِ وَمَا مَسَّنِيَ ٱلسُّوٓءُۚ إِنۡ أَنَا۠ إِلَّا نَذِيرٞ وَبَشِيرٞ لِّقَوۡمٖ يُؤۡمِنُونَ ١٨٨ ﴾[1].

وفى الحديث قال (صلى الله عليه وسلم): "من أتى عرافــاً أو كاهنــاً فصدقه بما يقول فقد كفر بما أنزل على محمد"[2].

وفى القرآن آيات كثيرة حثت المسلمين على البحث فى الفلك، ومنهــا قوله تعالى: ﴿ يَسۡـَٔلُونَكَ عَنِ ٱلۡأَهِلَّةِۖ قُلۡ هِيَ مَوَٰقِيتُ لِلنَّاسِ وَٱلۡحَجِّۗ ﴾[3]. وقال جل وعلى: ﴿ وَهُوَ ٱلَّذِي جَعَلَ لَكُمُ ٱلنُّجُومَ لِتَهۡتَدُواْ بِهَا فِي ظُلُمَٰتِ ٱلۡبَرِّ وَٱلۡبَحۡرِۗ ﴾[4]. وقــال تبارك وتعالى: ﴿ وَٱلشَّمۡسَ وَٱلۡقَمَرَ وَٱلنُّجُومَ مُسَخَّرَٰتِۭ بِأَمۡرِهِۦٓۗ ﴾[5]. وقال سبحانه فى

---

(1) الأعراف 188.

(2) صحيح رواه البخارى ومسلم فى صحيحيهما .

(3) البقرة 189 .

(4) الأنعام 97 .

(5) الأعراف 54 .

التقويم و عدد أشهر السنة: ﴿ إِنَّ عِدَّةَ ٱلشُّهُورِ عِندَ ٱللَّهِ ٱثْنَا عَشَرَ شَهْرًا فِى كِتَٰبِ ٱللَّهِ يَوْمَ خَلَقَ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ مِنْهَآ أَرْبَعَةٌ حُرُمٌ ﴾[1]، وقال جل جلاله: ﴿ هُوَ ٱلَّذِى جَعَلَ ٱلشَّمْسَ ضِيَآءً وَٱلْقَمَرَ نُورًا وَقَدَّرَهُۥ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا۟ عَدَدَ ٱلسِّنِينَ ﴾[2]. وقـــال تبارك وتعالى: ﴿ وَلَقَدْ جَعَلْنَا فِى ٱلسَّمَآءِ بُرُوجًا وَزَيَّنَّٰهَا لِلنَّٰظِرِينَ ﴾[3]. وقال عز وجل: ﴿ وَسَخَّرَ لَكُمُ ٱلَّيْلَ وَٱلنَّهَارَ وَٱلشَّمْسَ وَٱلْقَمَرَ وَٱلنُّجُومُ مُسَخَّرَٰتٌ ﴾[4]. وقال تعالى: ﴿ وَعَلَٰمَٰتٍ وَبِٱلنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ ﴾[5]. وقال جل وعلـــى: ﴿ تَبَارَكَ ٱلَّذِى جَعَلَ فِى ٱلسَّمَآءِ بُرُوجًا وَجَعَلَ فِيهَا سِرَٰجًا وَقَمَرًا مُّنِيرًا ﴾[6]، وقال جل وعلى في حركة الشمس والقمر والليل والنهار: ﴿ وَٱلشَّمْسُ تَجْرِى لِمُسْتَقَرٍّ لَّهَا ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ ٱلْعَزِيزِ ٱلْعَلِيمِ ﴿٣٨﴾ وَٱلْقَمَرَ قَدَّرْنَٰهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَٱلْعُرْجُونِ ٱلْقَدِيمِ ﴿٣٩﴾ لَا ٱلشَّمْسُ يَنۢبَغِى لَهَآ أَن تُدْرِكَ ٱلْقَمَرَ وَلَا ٱلَّيْلُ سَابِقُ ٱلنَّهَارِ وَكُلٌّ فِى فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴿٤٠﴾ ﴾[7]، وقال عز أســـمه: ﴿ إِنَّا زَيَّنَّا ٱلسَّمَآءَ ٱلدُّنْيَا بِزِينَةٍ ٱلْكَوَاكِبِ ﴾[8]، وقال تعـــالى: ﴿ فَنَظَرَ نَظْرَةً فِى ٱلنُّجُومِ ﴾[9]، وقال تبارك وتعالى: ﴿ فَقَضَىٰهُنَّ سَبْعَ سَمَٰوَاتٍ فِى يَوْمَيْنِ وَأَوْحَىٰ فِى كُلِّ سَمَآءٍ أَمْرَهَا وَزَيَّنَّا

---

(1) التوبة 36 .

(2) يونس 5 .

(3) الحجر 16 .

(4) النحل 12 .

(5) النحل 16 .

(6) الفرقان 61 .

(7) يس 38 - 40.

(8) الصافات 6 .

(9) الصافات 88.

﴿ ... ٱلسَّمَآءَ ٱلدُّنۡيَا بِمَصَٰبِيحَ وَحِفۡظٗاۚ ذَٰلِكَ تَقۡدِيرُ ٱلۡعَزِيزِ ٱلۡعَلِيمِ ﴿١٢﴾ ﴾[1]، وقال عز من قائل: ﴿ وَٱلنَّجۡمِ إِذَا هَوَىٰ ﴿١﴾ مَا ضَلَّ صَاحِبُكُمۡ وَمَا غَوَىٰ ﴿٢﴾ ﴾[2]، وقال سبحانه وتعالى: ﴿ وَلَقَدۡ زَيَّنَّا ٱلسَّمَآءَ ٱلدُّنۡيَا بِمَصَٰبِيحَ وَجَعَلۡنَٰهَا رُجُومٗا لِّلشَّيَٰطِينِۖ وَأَعۡتَدۡنَا لَهُمۡ عَذَابَ ٱلسَّعِيرِ ﴾[3]، قال جل وعلى: ﴿ وَجَعَلَ ٱلۡقَمَرَ فِيهِنَّ نُورٗا وَجَعَلَ ٱلشَّمۡسَ سِرَاجٗا ﴾[4]، وقال جل جلاله: ﴿ وَبَنَيۡنَا فَوۡقَكُمۡ سَبۡعٗا شِدَادٗا ﴿١٢﴾ وَجَعَلۡنَا سِرَاجٗا وَهَّاجٗا ﴿١٣﴾ ﴾[5]، وقال سبحانه: ﴿ إِذَا ٱلشَّمۡسُ كُوِّرَتۡ ﴿١﴾ وَإِذَا ٱلنُّجُومُ ٱنكَدَرَتۡ ﴿٢﴾ ﴾[6].

ففى هذه الآيات تناول القرآن الشمس والقمروالكواكب والنجوم والأهلة والمواقيت. ومع دعوته إلى التأمل فى ملكوت السموات والأرض زاد اهتمام المسلمين بعلم الفلك وابتعدوا عن التنجيم.

ففى العصر الإسلامى اهتم العرب بالفلك كعلم ينظر فى حركات الكواكب الثابتة والمتحركة والمتحيزة، ويستدل من تلك الحركات على أشكال وأوضاع الأفلاك التى لزمت عنها هذه الحركات المحسوسة بطرق هندسية. وراح علماء الفلك المسلمين يمعنون النظر فى كثير من النظريات المهمة ويتقدمون بمفاهيم جديدة واقتضتهم الشعائر الدينية كتحديد اتجاه القبلة وميلاد

(1) فصلت 12.
(2) النجم 1 – 2 .
(3) الملك 5 .
(4) نوح 6.
(5) النبأ 12 – 13 .
(6) التكوير 1 – 2 .

هلال شهر رمضان، وتحديد بداية الشهور العربية بصفة عامة، إلى أن يضعوا مزيدا من جداول الكواكب التى لم يتمكن الإغريق من رصدها فــى خطــوط العرض المارة ببلادهم .

ويعد العصر العباسى عصر ازدهار علم الفلك وتطــوره، إذ أولــى الخلفاء اهتمامهم به، ابتداء بأبى جعفر المنصور الخليفة العباسى الثانى الــذى عرف بحبه للفلك وللمشتغلين به وتقريبهم حتى أنه استشارهم فى الوقت الذى يؤسس فيه مدينة بغداد أو دار السلام لتكون عاصمة للخلافة، ودائما ما كــان المنصور يصطحب الفلكى الفارسى نوبخت والفــزارى .. وغيرهمــا مــن المشتغلين بالفلك.

وفى عام 155هـــ / 771م استقبل المنصور أحد مواطنى الهند وكان على دراية كبيرة بالحساب الذى يتعلق بحركات النجوم يسمى "سندهند" ومــن خلال هذا البحث الفلكى، والذى يسمى فى الحقيقة "سندهانتا" استخرج ابراهيم بن حبيب الفزارى طرق حساب ترتبط بالسنة القمرية عند المــسلمين. وفــى الوقت نفسه ألف "يعقوب بن طارق" كتابا مشابها مستخدما سندهانتا الهنــدى إلى جانب مصادر أخرى زودته بها بعثة ثانية من تلك الدولة، كما نقــل أبــو الحسن الأهوازى إلى العربية معلومات عن حركات الكواكب، وشرحها فــى بحثه للأزياج.

وقبل نهاية القرن الثانى الهجرى / الثامن الميلادى ظهــرت ترجمــة عربية لكتاب بهلوى بعنوان "زيج الشاه" يرجع تأليفه إلى الــسنوات الأخيــرة للساسانيين، وقد حققت هذه الترجمة نجاحا باهرا بين المسلمين، فاستخدمه "ما شاء الله" وهو عالم فلكى فى بداية القرن الثالث الهجرى / التاسع الميلادى فى

حساباته، واستخرج الخوارزمى من تفسير هذا الكتاب دورة الحركات الكوكبية.

وفى بداية القرن الثانى الهجرى / الثامن الميلادى عنى "يحيى بن خالد البرمكى بترجمة وتفسير كتاب بطليموس فى الفلك، فترجمه له الحجاج بن مطر وثابت بن قرة، ثم ترجمه "حنين بن اسحق، ترجمة ثانية، راجعها ثابت بن قرة، وعرف الكتاب فى العالم الإسلامى باسم "المجسطى" فأحدث تطورا كبيرا فى الدراسات الفلكية الإسلامية، خاصة بعد اهتمام "المأمون" به وتكليفه للعلماء بالوقوف عليه، فأصلحوا ما به من أخطاء، وفهموا آلات الرصد، وبنوا المراصد وألفوا الأزياج الجديدة، وهى عبارة عن جداول حسابية تبين مواقع النجوم وحركاتها، وكانت آلات الرصد تصنع فى العصر العباسى بمدينة حران، ثم انتشرت صناعتها فى جميع أنحاء الخلافة الإسلامية منذ زمن المأمون، وأهمها تبعا لابن النديم(1). هى:

1- **اللبنة:** جسم مربع مستو يعرف به أبعاد الكواكب وعرض المكان .
2- **الحلقة الإعتدالية:** حلقة يعرف بها التحويل الاعتدالى.
3- **ذات الأوتار:** تتكون من اسطوانات أربع أدق من الحلقة الإعتدالية ويستغنى عنها بهم .
4- **الأسطرلاب:** الكلمة يونانية الأصل تتألف من مقطعين "استرا" وتعنى النجم و "لابون" وتعنى مرآة، والمركب منها مرآة النجوم "ويعد الأسطرلاب أشهر الآلات الفلكية وأكثرها استخداما فى عمليات الرصد مثل: تحديد وقت طلوع الشمس ومغيبها، وتحديد أوقات الصلاة، وتعيين زوايا ارتفاع

(1) ابن النديم، الفهرست، طبعة القاهرة، 1948، ص396 .

الفصل الأول : الفزارى

هذه الصفحة غير موجودة من أصل المصدر

هذه الصفحة غير موجودة من أصل المصدر

الفزارى (ت 180هـ / 796م)

عبد الله محمد بن إبراهيم بن جبيب الفزارى، عالم فلكى ورياضياتى ذاع صيته واشتهر فى القرن الثانى الهجرى / الثامن الميلادى، ولد فى الكوفة لأسرة عربية أصيلة ينحدر أصلها من فزارة، وهى من ذبيان من غطفان من العرب العدنانيين. نشأ الفزارى فى بيت علم، وتتلميذ على أبيه أحد كبار علماء الهيئة عصرئذ. بعثه والده إلى بغداد عام 144هـ / 747م ليستزيد فى علمه، فبذل الفزارى جهدا كبيراً فى تعلم اللغة السنسكريتية لرغبته فى معرفة ما وصل إليه علماء الهند فى أرصادهم، خاصة أنه كان مغرما بعلم الأرصاد لدرجة أنه نظم فيه قصيدة صارت يضرب بها المثل فى علم الفلك .

وكان لاطلاعه على علوم الهند فى علم الفلك التجريبى أن جعله يستند على الإستقراء والملاحظة الحسية لجميع الأرصاد التى تعلل حركات الكواكب والأجرام السماوية واستطاع الفزارى أن يصنع أول أسطرلاب[1] فى الإسلام،

---

(1) الأسطرلاب واحد من آلات القياس المهمة التى استخدمها المسلمون، والتى اخترعت فى الإسكندرية فى العصر الأغريقى سنة 330 قبل الميلاد بمعرفة يونانى عاش فى الإسكندرية وهو كلاوديويس البطلمى. والاسطرلاب كلمة يونانية تعنى قياس النجوم، أو مرآة النجوم غير أن تطوير هذه الآلة وابتكار الأسطرلاب المكمل يعود إلى المسلمين وأول من ابتكر استطرلاباً عربيا فى الإسلام هو إبراهيم بن حبيب الفزارى الذى اخترع الأسطرلاب ذا الحلقة والاسطرلاب المسطح. وقد طور المسلمون بعد الفزارى أنواع عدة من الأسطرلاب مثل الأسطرلاب الخطى والأسطرلاب الكروى، ويتفرع منهما أنواع مثل الأسطرلاب المسرطن والأسطرلاب الزورقى، والأسطرلاب العقربى والأسطرلاب العنكبوتى والأسطوانى والآسى والتام والطومارى والشمالى والجنوبى والمغنى والجامع، واسطرلاب حق القمر. ويحتوى وجه الأسطرلاب على خريطة القبة=

وألف فيه كتابين مهمين هما: كتاب العمل بالإسطرلاب ذا الحلــق الــسماوية aramillary sphere، وكتاب العمل بالإسطرلاب المــسطح، إلــى جانــب مؤلفات أخرى مثل: كتاب المقياس للزوال، وكتاب الزيج، ووضــع جــداول فلكية على سنين المسلمين .

وفي سنة 155هـــ / 771م قدّم الفزاري لبلاط الخليفة العباسي أبا جعفر المنصور عالماً هندياً اسمه (منكه) الذي جاء إلى ديار المسلمين بكتاب السند هند (السدهانتا) وهو رسالة في علم الفلك على الطريقة الهندية تحتوي على معلومات ثمينة في علم الهيئة، فطلب الخليفة المنصور من الفزاري أن يقوم على ترجمــة هذا الكتاب إلى اللغة العربية، ويصنف كتاباً على غراره. واســتجاب الفــزاري لطلب الخليفة وصنف كتاباً جديداً، لكنه أوكل الترجمة إلى العربية لإبنه، فترجم الفزاري الإبن كتاب السدهانتا إلى العربية، وسماه السند هند الكبير، وكان لهــذا الكتاب تأثير عظيم في التصويرات الهندسة لحركة الكواكب التي نتج عنها عمل الأرصاد العديدة في البلاد الإسلامية، الأمر الذي جعل لهذه الترجمة مكانة كبيرة بين علماء الفلك من بعد الفزاري، إذ أصبح المرجع الأســاس الــذي اســتخدمه العلماء في علم الفلك إلى عهد الخليفة العباسي المأمون.

=السماوية، وعلى أداة تشير إلى الجزء المنظور من القبة السماوية في وقت معين، وقد رسمت القبة المنظورة بطريقة حسابية دقيقة، وهي الطريقة ذاتها التي استخدمت فــي رسم خريطة الكرة الأرضية. استخدم المسلمون الاسطرلاب في معرفة ســمت القبلــة وانحرافها وجهتها وإنحراف المواقع الجغرافية بعضها عن بعض، واســتخدموه لتقــدير ارتفاع الشمس والأجرام السماوية والميل والبعد، ومعرفة قوس النهار والليــل وعــدد ساعـــات كل منهما، وتحديد الوقت بدقة ليلاً ونهارا، وتحديد مواقيت الصلاة ومواعيــد فصول السنة، ولهذه الأهمية للاسطرلاب نقله الغرب عن المسلمين .

وفى القرن الثالث الهجرى / التاسع الميلادى تناول محمد بن موسى الخوارزمى كتاب السند هند الكبير بالدراسة والتمحيص، فاختصره وصححه واستخلص منه زيجا، عُرف باسم زيج الخوارزمى وحل محل كتاب الفزارى المترجم، وأدى جمع الخوارزمى بين النهجين الإغريقى والهندى فى الفلك إلى أن أصبح بعد ذلك فى غاية الأهمية بين الدراسات الفلكية الإسلامية، على ما سنرى فى الفصول القادمة.

الفصل الثانى
بنو موسى بن شاكر



ينتمى الإخوة الثلاثة (محمد، أحمد، الحسن) إلى أبيهم موسى بن شاكر، الذى قربه المأمون إلى بلاطه، واهتم بتهذيبه وتعليمه، حتى صار من منجميه وندمائه، وفى مقدمة علماء زمانه. فقد عُرف بعد أن أتقن علوم الرياضيات والفلك بالمنجم، واشتهر بأزياجه الفلكية. وبذلك يمثل المأمون السبب الرئيس فى تكوين موسى بن شاكر العلمى. وهذه نقطة مهمة ينبغى أن تؤخذ فى الإعتبار فى تناولنا لجماعة موسى بن شاكر. فالمأمون الخليفة العالم قد حول مسار موسى بن شاكر تماما، فجعله يقطع شوطا كبيراً فى طريق العلم بدلاً من قطع طريق المارة. وهو الأمر الذى أراد موسى بن شاكر أن يربى عليه أولاده الثلاثة، ولكنه توفى وهم صغار، وكان قد عهد بهم إلى المأمون أيضاً. وبناء على ذلك يمكننا الزعم بأنه لولا المأمون – وكم له من أفضال على الحضارة العربية الإسلامية – لما كانت جماعة بنى موسى بن شاكر العلمية. فلقد تكفل المأمون بالصبية الصغار بعد وفاة أبيهم، وعهد بهم إلى إسحق بن إبراهيم المُصبعى، فألحقهم اسحق ببيت الحكمة تحت إشراف الفلكى والمنجم المعروف يحيى بن أبى منصور وكان المأمون أثناء أسفاره إلى بلاد الروم يرسل الكتب إلى إسحق بأن يراعيهم ويوصيه بهم ويسأل عن أخبارهم. وقد أتاح وجود بنى موسى فى بيت الحكمة كبيئة علمية بحتة فرصة ممتازة وغير عادية لهم من أجل تثقيف أنفسهم وإبراز مواهبهم العلمية[1]. ولقد تعاون الأخوة الثلاثة فيما بينهم فى تحصيل العلم، فدرسوا سويا علم الحيل (الميكانيكا)، والفلك، والرياضيات، والهندسة حتى برزوا واشتهروا فى هذه العلوم[2].

---

(1) بنو موسى بن شاكر، كتاب الحيل، تحقيق أحمد يوسف الحسن وآخرين، معهد التراث العلمى العربى 1981، مقدمة المحقق ص20.

(2) صاعد الأندلس، طبقات الأمم، طبعة القاهرة القديمة، بدون تاريخ، ص142.

أجمعت المصادر التاريخية على أن الأخوة الثلاثة نشأوا فـــى بيــت الحكمة المأمونى فى جو مشبع بالعلم، حيث لمسوا وتأثروا بكل ما كان يجرى فى بيت الحكمة من نشاطات علمية آنذاك .

وكان لرغبتهم فى العلم، إلى جانب تكليف المأمون أساتذة بيت الحكمة بالإشراف عليهم، وخاصة أساتذة الفلك، وعلى رأسهم يحيى بن أبى منـــصور فلكى الخليفة كان لهذه العوامل أثرها الهام فى نبوغ بنى موسى المبكر.

فكبيرهم "محمد" فضلاً عن أنه قد أصبح أعظمهم شأناً وأطولهم باعـــاً فى السياسة وذا تأثير كبير على الخليفة مثله مثل أبيه من قبل، فإنه استطاع أن يكوّن جماعة علمية فلكية، ضمت إلى أخويه أحمد والحسن، عدداً من الفلكيين لم تسعهم إلا داراً فسيحة فى أعلى ضاحية من بغداد بقرب بـــاب الـــشماسية، خصصها لهم المأمون لرصد النجوم رصداً علمياً دقيقاً. وإجراء قياسات مثيرة للإعجاب كانت تقارن بغيرها فى جنديسابور، وبأخرى تجـــرى بعـــد ثـــلاث سنوات فى دراسة ثانية تمت على جبل قاسيون علـــى مقربـــة مـــن دمـــشق للمقارنة. وكان أفراد هذه الجماعة يعملون مجتمعين علـــى وضـــع جـــداول (أزياج) الفلك "المجربة" أو "المأمونية" كما سموها.

ومع مرور الوقت فى الإنشغال بالعمل العلمى، النظـــرى والتطبيقـــى ازدادت حصيلة جماعة بنى موسى العلمية، وتطورت أساليبهم التطبيقية إلـــى الدرجة التى مكنتهم من القيام بأول وأهم وأخطر عمل علمى جماعى بالنـــسبة لهم، ولا تقل أهميته بالنسبة لتاريخ العلم العربى والعالمى على وجه العمـــوم، ألا وهو قياس محيط الأرض.

وكان المأمون قد سألهم القيام بهذه المهمة العلمية الشاقة لما رآه فـــى علوم الأوائل من أن دورة كرة الأرض أربعة وعشرون ألف ميل، فـــأراد أن

يقف على حقيقة ذلك. ورأس محمد بن موسى الجماعة العلمية التى تـصدرت لذلك الغرض. والتى ضمت إلى جانب أخويه أحمد والحسن مجموعـة مـن الفلكيين والمساحين. وقد اختارت الجماعة مكانين منبسطين أحدهما صـحراء سنجار غربى الموصل. والآخر أرض مماثلة بالكوفة. وقد اقتـضت طريقـة الجماعة أن "ينطلق فريقان من جهة ما، فيذهب فريق إلى ناحية الشمال، وآخر إلى الجنوب بحيث يرى الأول منهما صعود "التيس الفتى" والثانى هبوطه. ثم تحسب درجة خط الطول (Merdian) بواسطة قياس المسافة بـين الفـريقين المراقبين، وكانت النتيجة دقيقة للغاية، فقد توصلت الجماعة فعلا إلى أن محيط الأرض يساوى 66 ميلاً عربياً . وهذا ما يعادل 47.356 كليلـومتراً لمـدار الأرض. وهذه النتيجة قريبة من الحقيقـة إذ مـدار الأرض الفعلـى يعـادل 40.000 كيلومتر تقريباً[1].

وهذا العمل فضلا عن كونه من الأعمال العلمية الجماعية المهمة التى قامت بها جماعة بنى موسى شاكر، فإنه أول قياس حقيقى لـلأرض عرفـه العالم، لأن طريقة بنى موسى قد اختلفت عن طريقة ايراتوستيناس اليونـانى الذى اعتبر أول من حاول قياس محيط الأرض عن طريـق زاويـة أشـعة الشمس.

ويبدو أن مهمة قياس محيط الأرض التى فرغت منها الجماعة بنجاح، كانت حافزا قوياً لها على بناء مرصد خاص بأعضائها بقرب جسر الفـرات عند باب التاج، حيث المأذنة الملتوية إلى أعلى، والتى تم تثبيت آلات الرصد

---

(1) راجع، خالد حربى، علوم حضارة الإسلام ودورها فى الحضارة الإنسانية، ط الأولى، سلسلة كتاب الأمة، قطر 2005.

فوقها[1]. وفيه قام أعضاء الجماعة باجراء قياسات فلكية دقيقة – مثل استخراجهم حساب العرض الأكبر من عروض القمر – فاقت قياسات بطلميوس وخالد بن عبد الملك المروزى، فلكى قصر الخليفة. كما نالت هذه الأرصاد تقدير واهتمام الفلكيين اللاحقين لبنى موسى، فبعد مرور حوالى قرن ونصف من الزمان، نرى البيرونى يصرح بأهمية أرصاد جماعة بنى موسى بن شاكر، وبفضلها عليه قائلا: إنا نظرنا إلى قول بطلميوس فى مقدار شهر القمر الأوسط، وقول خالد بن عبد الملك المروزى على ما قاسه بدمشق، وقول بنى موسى بن شاكر، وقول غيرهم،فوجدنا أولى الأقاويل بأن يؤخذ به ويعمل عليه ما أورده بنو موسى بن شاكر لبذلهم المجهود فى إدراك الحق وتفردهم فى عصرهم بالمهارة فى عمل الرصد والحذق به ومشاهدة العلماء منهم ذلك وشهادتهم له بالسمحة، وبُعد عهد رصدهم بأرصاد القدماء، وقرب عهدنا به، فاستخرجنا الأصل على ما ذكروه[2].

وثمة نشاط علمى جماعى مهم مارسته جماعة بنى موسى، وكان له أثر أهم فى ازدهار الحركة العلمية عموماً وأعنى به رعايتها لحركة الترجمة والنقل.

يذكر ابن النديم[3] أن بنى موسى ممن تناهو فى طلب العلوم القديمة. وبذل الرغائب فيها، وأتعبوا فيها نفوسهم، وأنفذوا إلى بلد الروم من أخرجها إليهم، فاحضروا النقلة من الأصقاع والأماكن بالبذل السنى فأظهروا عجائب

(1) Creswell, K. A., Short Account of Early Muslim, Architeeture Britain 1985, P.278.

(2) البيرونى، الآثار الباقية عن القرون الخالية، طبعة مكتبة المثنى ببغداد (د. ت)، ص 151.

(3) الفهرست، طبعة القاهرة القديمة (د. ت)، ص378 - 379.

الحكمة. ويذكر صاحب العيون[1] أن بنى موسى وهم: محمد، وأحمد، والحسن، كانوا يرزقون جماعة من النقلة منهم حنين بن اسحق، وحبيش بن الأعسم، وثابت بن قرة، وغيرهم فى الشهر نحو خمسمائة دينار للنقل والملازمة.

إذن لعبت جماعة بنى موسى دورا مهماً فى دفع عجلة الترجمة إلى الأمام، فالعلماء الذين تولت الجماعة رعايتهم هم فى حقيقة الأمر من أبرز أعلام حركة الترجمة، هؤلاء الذين تم على أيديهم نقل كثير من علوم ومعارف الأمم الأخرى إلى اللغة العربية[2].

يتضح مما سبق أن أهم ما تميزت به جماعة بنى موسى هو مبدأ "التعاون" وروح الفريق الذى يظهر جلياً فى أكثر أعمالهم، نظرية كانت، أم تطبيقية، فأما النظرية، فقد تركوا العديد من المؤلفات الجماعية[3] التى تبرز من ناحية مدى تعاونهم فى العمل العلمى، وتوضح من جهة أخرى قيمة العمل العلمى الجماعى الذى تذوب فيه الشخصية الفردية، وتترك المجال لروح فريق العمل.

وأما تاريخياً فإن أهم عمل لجماعة بنى موسى شاكر هو "كتاب معرفة مساحة الأشكال البسيطة والكرية". فالأقدار الثلاثة، الطول، والعرض، والسمك تحد عظم كل جسم وانبساط كل سطح، والعمل فى تقدير كمياتها إنما يتبين

---

(1) ابن أبى أصيبعة، عيون الأنباء فى طبقات الأطباء، طبعة دار الحياة، بيروت بدون تاريخ، ص260.

(2) ابن أبى أصيبعة، عيون الأنباء، ص286 - 287.

(3) بنو موسى كتاب معرفة مساحة الأشكال، بتحرير نصير الدين الطوسى، ط الأولى (حجر) حيدر آباد الدكن 1359هـ، ص2.

بالقياس إلي الواحد المسطح والواحد المجسم، والواحد المسطح الذى به يقاس السطح، وكل مضلع يحيط بدائرة، فسطح نصف قطر تلك الدائرة فى نصف جميع أضلاع ذلك المضلع هو مساحته[1].

وقد شكل هذا الكتاب تطويرا مهما لكتابى أرشميدس عن "حساب مساحة الدائرة وعن الكرة والأسطوانة"، حيث استغل فيه الأخوة الثلاثة منهج الأستنزاف لدى (يودوكس)، ومفهوم الكميات المتناهية الصغر لدى أرشميدس، وكان هذا الكتاب بالغ التأثير، سواء فى الشرق الإسلامى، أم الغرب اللاتينى.

وتتضح فى هذا الكتاب صيغ العمل الجماعى مثل: "وذلك ما أردناه، وعلى ذلك المثال نبين .. "تقول: فالسطوح المستديرة المحيطة بهذا الجسم جميعا أصغر من ضعف سطح دائرة"، نريد أن نجد مقدارين(2) ...... الخ .

كما تتجلى فى هذا الكتاب أمانة الجماعة العلمية، إذ أشارت إلى ما ليس لها فيه. فكل ما وصفنا فى كتابنا، فإنه من عملنا إلا معرفة المحيط من القطر فإنه من عمل أرشميدس، وإلا معرفة وضع مقدارين بين مقدارين لتتوالى على نسبة واحدة، فإنه من عمل مانالاوس[3].

وفى القرن الثانى عشر لعبت ترجمة الكتاب اللاتينية "العمل الهندسى للإخوة الثلاثة" من قبل جيرارد الكريمونى دورا هاما فى نقل أفكار أرشميدس ومناهجه إلى أوربا. ومن المعروف أنه كان ذا أثر كبير فى عمل الرياضى ليوناردو فيوناتسى من مدينة بيزا فى القرن الثالث عشر .

---

(1) بنو موسى بن شاكر، كتاب معرفة مساحة الأشكال، ص2.

(2) بنو موسى، كتاب معرفة مساحة الأشكال، ص17.

(3) بنو موسى، المصدر نفسه، ص25.

وهناك عمل جماعى اخر لجماعة بنى موسى لايقل أهمية عن سابقه، الا وهو "كتاب الدرجات المعروفة" فى الفلك، والمطلع على مقدمة هذا الكتاب يدرك لأول وهلة أنه عمل جماعى من الدرجة الأولى، إذ أن الإخوة الثلاثة، قد استعانوا بمجموعة من المترجمين لترجمة ما وجدوه عند اليونان من كتب فى معرفة أحكام النجوم، ففى بداية الكتاب يقرر الأخوة الثلاثة أن اليونانيين قد نقلوا العلوم التجريبية من الهند – لأن العقلية اليونانية كانت عقلية نظرية فلسفية أكثر منها تجريبية – ولما نظروا هم فى الكتب الفلكية الموجودة على عهدهم وجدوها قد احتوت على أخطاء، لذا قرر الأخوة الثلاثة نقل كتب القدماء (اليونان) التى هجرها المتأخرون لعدم فهمهم إياها، الأمر الذى كلفهم مشقة كبيرة – كجماعة متخصصة فى علم الفلك – فى تصحيح عبارات المترجمين وتهذيبها. تقول الجماعة: "إن القدماء من أهل اليونانية تسلموا علومهم التجريبية من الهند .. ولما نظرنا فى الكتب الموجودة إلى الآن فى معرفة أحكام النجوم، وجدنا أكثرها حايداً عن الصواب، وعن ما سطره أولوهم، ووجدنا لقدمائهم كتبا قد هجرها المتأخرون لجهلهم كيفية استعمال ما فيها وبعدها عن أذهانهم، فتكلفنا التعب الشديد فى نقله إلى لغة العرب، واستعنا فى ذلك بأفضل ما وجدناه من الناقلين فى زماننا، واجتهدنا فى تهذيب العبارة عنهم[1].

ويُعد كتاب "الدرجات المعروفة" موسوعة فلكية حاولت جماعة بنى موسى أن تضعها بغرض إحياء علم الفلك الهندى واليونانى بعد تنقيحه

---

(1) بنو موسى كتاب الدرجات المعروفة، مخطوط معهد المخطوطات العربية رقم 60 فلك ورقة 1 وجه.

وتصحيحه من الأخطاء التى وقفت عليها الجماعة التى تقول: "ووجـدنا لهـم ثلاثة كتب، أحدها فى طبائع الدرج التى فى فلك البروج وخواصها فى ذاتها، وإذا أحلت فيها الكواكب الصغار التى تسمى المتحيرة (السيارة)، الثانى كتاب كبير، وهو اثنتا عشر مقالة فى طبائع الدرج وخواصها إذا حلتهـا العظيمـة وهى التى نسميها البابانة، ووجدنا هذا الكتاب اختل نظمه وتخلـط وضـعه، فأصلحناه أصلاحا يشهد لنفسه، والكتاب الثالث فى كيفية حال البروج فى درج البروج مع اتصالات الكواكب المتحيرة اذا مزجت بالبابانة، وهذا الكتاب لـم نجده كاملاً، وقد نقلنا ما وجدناه من هو أصلحناه[1].

(1) بنو موسى كتاب الدرجات المعروفة، ورقة 1 وجه .

الفصل الثالث

الفرغانى

الفرغانى (القرن الثالث الهجرى / التاسع الميلادى) أبو العباس أحمد بن محمد بن كثير الفرغانى، ولد فى فرغان من بلاد ما وراء النهر، ثم انتقل إلى بغداد. وأقام فيها دارسا علوم الرياضيات والفلك حتى برع فيها ونال حظوة الخليفة المأمون الذى أسند إليه دراسات كثيرة تتعلق بعلم الهيئة. فقام بها على أحسن وجه، كما عينه المأمون رئيسا لمرصد الشماسية فى بغداد، والذى يعد أول مرصد فى الإسلام .

وعندما قرر المأمون التحقق من قيمة محيط الأرض التى ذكرها اليونانيون، كان الفرغانى ضمن الفريق الذى خرج إلى صحراء سنجار مع بنى موسى بن شاكر، وجاءت القياسات التى توصلوا إليها فى غاية الدقة.

وعكف الفرغانى فى مرصد الشماسية على دراسة تسطيح الكرة عن قرب. فجاء بآراء ونظريات أصيلة. واستطاع الفرغانى تطوير المزولة، ووضع عدة تطورات للإسطر لاب الذى استخدمه فى قياس المسافات بين الكواكب وإيجاد القيمة العددية لحجومها، فحدد أقطار بعض الكواكب مقارنة بقطر الأرض، وصرح بأن حجم القمر يساوى 1/39 من حجم الأرض، وحجم الشمس يساوى 166 ضعفا للأرض، وحجم المريخ يساوى 15/8 من حجم الأرض، وحجم المشترى يساوى 95 ضعفا للأرض، وحجم زحل يساوى 90 ضعفا للأرض، وبقيت قياسات الفرغانى هذه مستخدمة فى جميع أنحاء العالم حتى القرن التاسع الهجرى، الخامس عشر الميلادى، واعتمد علماء العرب والمسلمين اللاحقين وعلماء الغرب المحدثين فى علم الفلك، على نتائج الفرغانى تلك التى ضمنها كتبه، والتى من أهمها:

- جدول الفرغانى[1].
- الكامل فى الإسطرلاب[2].
- رسالة فى معرفة الأوقات التى يكون القمر فيها فوق الأرض أو تحتها[3].
- حساب الأقاليم السبعة[4].
- فى صنعة الإسطرلاب[5].

ويأتى على قمة مؤلفات الفرغانى من حيث الأهمية كتاب فى جوامع علم النجوم وأصول الحركات السماوية " أو " رسالة الفصول مدخل إلى مجسطى[6]، فهو أقدم كتاب عربى وصل إلينا كاملا فى عرض النظام البطليموسى، يعرض فيه الفرغانى عبر ثلاثين فصلا كيفية ظهور الكون حسب نتائج بطليميوس، إلا أنه لم يسلم بكل آراء بطليميوس، بل وقف بالنقد على بعض مسائله، وصحح أخرى اعتماداً على تجاربه، ومنها تصحيح ميل فلك البروج من 51.23 درجة إلى 33.23 درجة. كما أكد الفرغانى تبعية أوجى الشمس والقمر لحركة مبادرة الاعتدالين للنجوم الثابتة .

أثر الفرغانى بكتابه هذا تأثيرا كبيراً فى علماء الفلك اللاحقين له، وامتد التأثير إلى الغرب على أثر ترجمته إلى اللاتينية سنة 1134 بمعرفة يحيى الأسبانى. وبعد نصف قرن من صدور هذه الترجمة، قدم جيرار

---

(1) مخطوط جامعة باتنة الجزائر 33612 رقم 2520 : 8.

(2) مخطوط مكتبة برلين رقم 5710 - 5792.

(3) مخطوط دار الكتب المصرية رقم 5 / 311.

(4) مخطوط دار الكتب المصرية رقم 5 / 311.

(5) مخطوط مكتبة برلين رقم 5793، والمتحف البريطانى رقم 5479.

(6) مخطوط دار الكتب المصرية رقم 5 / 310، ومكتبة باريس الوطنية رقم 3/2504.

الكريمونى ترجمة لاتينية أخرى، تلتها ترجمة عبرية قام بها يعقوب الأناضولى، واعتمدها يعقوب كريستمان بعد فترة من صدورها مع غيرها من الترجمات اللاتينية فى إصدار ترجمة لاتينية جديدة كانت لها أهمية كبيرة فى تطوير علم الفلك عند الغربيين. فقد عرف بعضهم مجسطى بطلميوس من خلال كتاب الفرغانى، حتى أن العالم الفلكى "دانته" كان يأخذ أفكار بطلميوس الفلكية من كتاب الفرغانى، ويشير إلى المجسطى دون أن يراه. وكان لأفكار الفرغانى الفلكية الأصيلة تأثيرها الممتد من النصف الأول من القرن الثانى عشر إلى أواخر القرن الخامس عشر على تطور علم الفلك فى الغرب، وليس أدل على ذلك من الاقتباسات الكثيرة التى اقتبسها العالم الفلكى الفرنسى بيير دويم من الفرغانى، ودونها فى كتابه "نظام العالم" وخاصة المجلدين الثالث والرابع.

الفصل الرابع

البتانى

البتاني (244- 317هـ / 858- 929 م)

أبو عبد الله محمد بن جابر بن سنان الحرانى المعروف بالبتانى، نسبة إلى بلدة بتان التى ولد بها قرب حران الواقعة على أحد روافد نهر الفرات، بدأ بدراسة الفلك على والده جابر البتانى الذى كان عالماً مشهوراً. وبعد فترة من الدراسة وتلقى العلم، انتقل الى مدينة الرقة عاكفا على دراسة مؤلفات من سبقوه من الفلكيين وخاصة مؤلفات بطلمبوس، الأمر الذى أدى به إلى البحث فى الفلك والجبر والهندسة والمثلثات والجغرافيا، وعاش حياة علمية اتسمت بالتنقل بين الرقة وأنطاكية بسوريا تلك التى أنشأ بها مرصداً فلكيا عُرف بمرصد البتانى.

وقف البتانى حياته على رصد الأفلاك منذ سنة 877/264م حتى توفى سنة 317هـ /929م، فصار أحد المشهورين برصد الكواكب والمتقدمين فى علم الهندسة وهيئة الأفلاك وحساب النجوم وصناعة الأحكام كما وصفه القفطى.

وصار علم الفلك عند البتانى من العلوم السامية المفيدة، فبواسطته يمكن للإنسان أن يقف على أشياء هو فى حاجة إليها، فيعرفها ويستغلها لما فيه نفعه[1].

تناول البتانى مسألة اتفاق كوكبين فى خط الطول أو خط العرض السماوى سواء كان الكوكبان أحدهما أو كلاهما فى دائرة فلك البروج أو خارجها. وقد ضمّن تلك المسألة الفلكية المهمة فى رسالتيه: "فى مقدار الاتصالات" و"رسالة في تحقيق أقدار الإتصالات". وبحث البتانى الفرق بين

---

(1) البتانى، زيج الصابئ، نشرة كارلونيلينو، روما 1907، جـ1، ص13.

حركات الكواكب فى مساراتها ثابتة المقدار، وبين حركاتهـا الحقيقيـة التـى تختلف من موقع إلى آخر. وسطّر هذا فى مؤلفه "كتاب تعديل الكواكب". كما قدم البتانى حلا رياضياتياً للمسألة النجمية لاتجاه الراصد ودوّنه فى تـصنيفه "كتاب معرفة مطالع البروج فيما بين أرباع الفلك".

ويأتى "الزيج الصابئ" على قمة مؤلفات البتانى من حيـث الأهميـة، ضمّنه أرصاده للكواكب أو النجوم لسنة 299هـ، وخلاصة أعمالـه الفلكيـة التى قام بها على مدار ما يربو على أربعين سنة، ومنها: وضـعه للجـداول الفلكية المتعلقة بحركات النجوم التى أكتشفها. وقد أثر هذا الكتاب تأثيراً بليغا فى تطور وتقدم علم الفلك والرياضيات على المستويين الإسلامى والغربـى، فقد اعتمد عليه كثير من علماء الفلك المسلمين اللاحقين للبتانى فى حـساباتهم الفلكية، فضلا عن الاقتباسات والشروحات الكثيرة التى وضعت لـه، لتمتـد أهمية الكتاب إلى عصر النهضة الأوربية والعصر الحديث فيترجمه بلاتوف تيفوك فى القرن الثانى عشر الميلادى باسـم Sciencia de sttllarum أى علم النجوم، ويُطبع فى نورمبرغ سنة 1537. وأمر الفونس العاشـر ملـك قشتالة فى القرن الثالث عشر بترجمة زيج البتانى هـذا مـن العربيـة إلـى الأسبانية مباشرة، وطبعت الترجمة طبعات عدة سنة 1646. وتحوى إحـدى مكتبات باريس حتى اليوم مخطوط لهذه الترجمة. وفى مكتبة الفاتيكان نـسخة أخرى. وما بين سنتى 1899- 1907 نشر كارللونيلينو بروما، معتمدا علـى نسخة مكتبة الاسكوريال، طبعته لأصل زيج البتانى العربى فى ثلاث مجلدات مصحوبة بترجمة لاتينية .

ويعد "الزيج الصابئ" أول زيج يحتوى على أرصاد دقيقة ومعلومـات فلكية صحيحة كان لها أثرها فى العصور اللاحقة للبتـانى وحتـى العـصر

الحديث، وذلك لاحتواءه على جداول فلكية تخص كل كوكب من الكواكب ومواضعها فى أفلاكها وكيفية حركتها. كما يشتمل الزيج على قوانين عددية ومسائل حسابية يمكن عن طريقها معرفة الشهور والأيام والتواريخ الماضية، ومعرفة أبعد نقطة للكواكب عن الأرض وهى ما تعرف بالأوج، وأقرب نقطة للكواكب من الأرض وهى ما تعرف بالحضيض[1].

وضمّن البتانى زيجه أهم أرصاده الفلكية التى صححت حركات القمر والكواكب ووضعه جداول جديدة لمواقعها، وجداول توضيحية وافية تتعلق بحركات الأجرام التى اكتشفها، ولكل هذا وصف الغربيون زيج البتانى بأنه أصح الأزياج، وكان لهذا الكتاب أثر عظيم سواء فى علم الفلك أو حساب المثلثات الكرى خلال العصور الإسلامية (الوسطى) وعصر النهضة، وقد تُرجم إلى اللاتينية مرات كثيرة منذ القرن الثانى عشر، وحتى القرن التاسع عشر، الأمر الذى جعل الغربيون يعدون البتانى أحد علماء الفلك الأفذاذ على مر العصور.

قسّم البتانى "الزيج الصابئ" إلى سبعة وخمسين باباً، خصص الأبواب الثلاثة الأولى للمقدمة وطريقة العمليات الحسابية للنظام الستينى، وأوتار الدائرة، والكرة السماوية ودوائرها. وبحث البتانى فى الباب الرابع مقدار "الميل الأعظم" وهو ميل فلك البروج عن فلك معدلى النهار. وبأرصاده أخرج البتانى القيمة تساوى 23 درجة، و 35 دقيقة، والقيمة الحديثة 23 درجة، و 35 دقيقة، و 41 ثانية. وأفرد البتانى أبوابا من الزيج تبحث فى رصد ارتفاع الشمس من أجل قياس الزمن. وتناول فى باب بعض طرائق الرصد لاستخراج

---

(1) البتانى، زيج الصابئ، مواضع مختلفة.

طول السنة الشمسية الذى وجده عند أهل بابل 365 يوما و 6 ساعات، و 23 دقيقة، وقدره أبرخس بـــ 365 وربع يوما، وقدره بطلميوس بـــ 365 يوما، و 5 ساعات، و 47 دقيقة، و 30 ثانية وقدره هو أى البتانى بـــ 365 يوما، و 6 ساعات، و 14 دقيقة، و 26 ثانية.

وفى الكتاب تسعة أبواب تشتمل على البحث فى النجوم أو الكواكب الثابتة، وتناول فى باب حركة الشمس ومدى بعدها هى والقمر عن الأرض، وحركات القمر والكسوف والخسوف والكواكب ومساراتها، وأرصاد النجوم ومنازل القمر. وعقد البتانى فى باب مقارنة بين تقاويم العرب والفرس والروم والقبط. وفى الباب قبل الأخير وصف البتانى الآلات الفلكية وطرائق صناعتها. أما أخطاء علماء الفلك التى إما أن تكون شخصية، أو بسبب خلل يطرأ على الآلة نفسها، فكانت موضوع نقاش الباب الأخير من الزيج الصابئ.

من هذا الكتاب وغيره من مؤلفات البتانى عرف العالم أن البتانى هو أول من اكتشف السمت Azimuth والنظير Nadir وحدد نقطتيهما من السماء، كما حدد طول السنة المدارية والفصول والفلك (المدار) الحقيقى والمتوسط للشمس، وقام بتحقيق مواقع كثيرة من النجوم وتصحيح أرصاد القدماء فيها، إما لارتكابهم خطأ فى إجراء فى هذه الأرصاد أو لأن موقع النجوم نفسها قد تغيرت بالنسبة إلى الأرض. فقد صحح تقدير بطلميوس لحركة المبادرة الإعتدالية، وضبطه بدقة، وخالف بطلميوس فى ثبات الأوج الشمسى، وبرهن على تبعيته لحركة المبادرة الإعتدالية، كما صحح قيمة ميل فلك البروج على فلك معدل النهار، وجملة أخرى من حركات القمر والكواكب السيارة.

وللبتانى أرصاداً جليلة للخسوف والكسوف اعتمد عليها دنثورن سنة 1749 فى تحديده لتسارع القمر فى حركته خلال قرن من الزمان. فكان البتانى يرصد فى الرقة على الضفة اليسرى من الفرات، وقد حدد وهو مقيم بتلك البلدة – وبكثير من الدقة – ميل دائرة فلك البروج (أو الدائرة الكسوفية) بمقدار 23 درجة و 35 دقيقة، وهذا أقصى ما أمكن الوصول إليه أنذاك. وبعد حوالى ألف سنة قام نظيره لالاند الفلكى الفرنسى الكبير المتوفى سنة 1807م بحساب ذلك الميل فوجد مقداره 23 درجة و 35 دقيقة و 41 ثانية، أي بزيادة هذا الفرق من الثوانى، لأنه أضاف إلى تقدير البتاني 44 ثانية للإنكسار، ثم طرح منها 3 ثوان للاختلاف الأفقى، ولهذا عد لالاند البتانى من الفلكيين العشرين المبرزين الذين أنجبتهم الإنسانية منذ أن خلقها الله وحتى الآن[1] .

من كل ما سبق عُرف البتانى فى الغرب باسم Battenisus, Albatenius ووصفه كاجورى وهاليه بأقدر علماء الرصد وسماه البعض بطميوس العرب. وهو من أعظم علماء عصره وأنبغ علماء العرب والمسلمين

---

(1) والبتانى، كذلك أبو علم المثلثات، فإذا كان بطلميوس قد استخدم الأوتار فى حساب الدائرة، وكانت له فرضية واحدة، فإن البتانى استبدل بالوتر جيب المثلث، أى استعمل الجيوب بدلا من أوتار مضاعف الأقواس، وهذا يُعد ابتكارا مهما جدا في الرياضيات إذ أنه ساعد على تسهيل المثلثات. واستخدم البتانى المستقيمات المماسة وظل تمام الزاوية، وأعطى حلولا رائعة بواسطة المسقط التقريبى لمسائل فى حساب المثلثات (الكرى) وأبدل المربعات بالمثلثات فى حل المسائل، وأوتار الأقواس بالجيوب فى حساب المثلثات والزوايا .. وصاغ النسب المثلثية على الوجه الذى نستخدمه الآن تقريبا. وقد عرف هذه الحلول جميعاً ريجو مونتانوس وانتحلها فى كتابه Detringulis فنسب إليه بعض مؤرخى الغرب علم حساب المثلثات زوراً وبهتاناً ولم يذكروا البتانى مبدعه الأول !

فى الفلك والرياضيات عند جورج سارتون، وصاحب نظرية جديدة تشف عن شيئ كثير من الحذق وسرعة الحيلة لبيان الأحوال التى يرى فيها القمر منذ ولادته باعتراف كارلو نيلينو.

الفصل الخامس

الصوفى



الصوفى (291/ 376هـ - 903 / 986م)

أبو الحسين عبد الرحمن بن عمر بن محمد بن سهل الصوفى، ولد بالرى إحدى مدن إيران القديمة، وبها نشأ وتعلم حتى صار مشهورا بعلم الفلك الذى بلغ فيه رتبة عالية مكنته من الإتصال بالخليفة عضد الدولة البويهى الذى اتخذه معلماً له فى الفلك، وخاصة مواضع النجوم الثابتة وحركاتها، وغيرها من المسائل الفلكية التى دوّنها فى كتبه الفلكية المهمة، ومنها: رسالة العمل بالإسطرلاب، كتاب الإرجوزة فى الكواكب الثابتة، كتاب التذكرة، كتاب مطارح الشعاعات، وكتاب الكواكب الثمانية والأربعين، والذى يُعد أشهر مؤلفات الصوفى راجع فيه النجوم الواردة فى كتاب المجسطى لبطلميوس بمنتهى الدقة، الأمر الذى جعل شيليرب الدنماركى الذى ترجم الكتاب يمتدحه بالقول بإن الصوفى قد أعطانا وصفاً عن السماء المُرصعة بالنجوم بصورة أحسن مما توفر من قبل، وقد بقى هذا الوصف لتسعة قرون دون أن يوجد له نظير.

ويأتى على قمة مؤلفات الصوفى الفلكية من حيث الأهمية والعظمة كتابه الأشهب "كتاب الكواكب الثابتة" الذى عدّه سارتون أحد الكتب الثلاثة الرئيسة فى الفلك عند المسلمين، والكتابان الآخران هما زيج ابن يونس، وزيج أولغ بك. ولعل أهم ما يميز كتاب الكواكب الثابتة للصوفى رسومه الملونة للأبراج والنجوم السماوية تلك التى مثلها على هيئة بشرية وحيوانية، فمنها ما هو على هيئة إمرأة أو رجل أو أسد أو تنين، أو دُب.

قدّم الصوفى فى كتابه هذا وغيره من مؤلفاته إنجازات فلكية عملت على تطور علم الفلك، وقد وقف المشتغلون بالفلك من الجانب الغربى على ما

أنجزه الصوفى، بعد أن ترجموا مؤلفاته وحققوها ونشروها، فوجدوا أنه: رصد الاف النجوم وعدّها وحدد أبعادها طولا وعرضا فى السماء ودرجة شعاع كل منها وقدر أحجامها كما قدّر مبادرة الإعتدالين، وقرر بعد ارصاده ومشاهداته ان عدد النجوم الخفية اكثر بكثير من العدد الذى يحسبه الفلكيون وهو 1025، فاكتشف الصوفى نجوما لم يسبقه أحد إلى اكتشافها، ورسم خريطة للسماء بيّن فيها كل هذه المواضع، كما وضع جدولا للنجوم صحح بمقتضاه أخطاء من سبقوه ولم يقتصر هذا الفلكى العظيم – بحسب الدوميلى – على تعيين كثير من الكواكب التى لا توجد عند بطلميوس، بل صحح أيضا من الملاحظات التى أخطأ فيها، ومكن بذلك المحدثين من التعرف على الكواكب التى حدد لها الفلكى اليونانى مراكز غير دقيقة. ولذا اعتبر بعض الفلكيين الغربيين أن الصوفى يمثل نقطة تحول من عصر بطلميوس إلى عصره، ثم إلى العصر الحاضر، واعتبروا أن كتابة فى الكواكب الثابتة أصح من كتاب بطلميوس وزيجه أصح زيج وصل إلينا من كتب القدماء، كما عدوا الصوفى أول من اكتشف ما يُعرف الآن باسم "سديم مسيبه" وهى سحابة من المادة الكونية. وعلى مؤلفاته اعتمد الفلكيون المحدثون فى حساب التغير فى ضوء بعض النجوم .

الفصل السادس

ابن يونس المصرى

ابن يونس (ت 399هـ / 1009م)

أبو الحسن على بن أبى سعيد عبد الرحمن بن أحمد بن يونس، ولد، فى القاهرة، وتربى ونشأ على ضفاف النيل فى كنف أسرة علمية، فأبوه عبد الرحمن بن يونس كان محدثا ومؤرخاً مشهوراً، وجده يونس بن عبد الأعلى صاحب الإمام الشافعى والإختصاصى فى علم النجوم .. وبعد إتمام دراساته فى مرحلة الشباب حظى ابن يونس بمكانة كبيرة لدى الخلفاء الفاطميين، فقدروا نبوغه وتفوقه على متابعة وإتمام بحوثه فى علم الفلك والرياضيات إلى الدرجة التى معها بنوا له مرصداً على جبل المقطم قرب مدينة الفلسطاط (القاهرة) وزودوه بما يلزم من أحدث الآلات والأدوات المعروفة عصرئذ .

وبناءً على طلب العزيز الفاطمى أبو الحاكم، بدأ ابن يونس سنة 380هـ/ 990م فى تأليف زيج فلكى، وأتمه فى عهد الحاكم ولد العزيز 397هـ/1007م أى قبل وفاته بسنتين، وسماه "الزيج الكبير الحاكمى" نسبة إلى الخليفة، بدأ ابن يونس زيجه بجمع كل الآيات القرآنية التى تتعلق بأحوال السماء، ورتبها بحسب مواضعها ترتيبا جميلاً، ومسترشدا بها من حيث أن التفكير فى خلق السموات والأرض وعجائب المخلوقات هو من أحسن السبل إلى معرفة الله جلّ وعلى. ويشتمل الزيج على واحد وثمانين فصلاً بعد المقدمة، فهو زيج كبير على رأى ابن خلكان لم ير فى الأزياج على كثرتها أطول منه. دوّن فيه ابن يونس الهدف من وراء تأليفه ووضعه وهو التحقق من أرصاد السابقين له وآراءهم ونظرياتهم فى الثوابت الفلكية لاستدراك ما فاتهم. وفيه دوّن ابن يونس رصده لكسوف الشمس وخسوف القمر فى القاهرة سنة 369هـ / 978م بعد أن راقبه لمدة سنتين، وأثبت من هذا الرصد تزايد

حركة القمر، واستطاع حساب ميل دائرة البروج وحساب العجلة القريبة في الحركة المتوسطة للقمر، ذلك الذي جاء ادق حساب واقربه حتى ظهور الات الرصد الحديثة .

وقد قام "الزيج الكبير الحاكمي" مقام المجسطي والرسائل التي ألفها علماء بغداد سابقاً على حد قول سيديو. وأفاد ابن يونس بزيجه فائدة قيمة بحسب "سوتر" والذي يأسف من أنه لم يصل إلينا كاملاً، وتتوزع أجزاءه التي وصلت إلينا بين عدد من المكتبات العالمية كالقاهرة وباريس والاسكوريال وبرلين. ولحسن الحظ، بحسب علماء الغرب، ترجم كوسان Caussin ونشر بعض أجزاءه التي تحتوي على أرصاد ابن يونس عن الكسوف والخسوف واقتران الكواكب، فضلاً عن أرصاد الفلكيين القدماء، الأمر الذي حدا بمؤلف العلم الشهير جورج سارتون إلى التقرير بأن ابن يونس ربما كان أعظم فلكي مسلم، ويشكل زيجه الكبير الحاكمي "مع زيج عبد الرحمن الصوفي، وزيج الغ بك الكتب الرئيسة الثلاثة التي اشتهرت في علم الفلك عند المسلمين .

ساهم ابن يونس في تطور علم المثلثات، حيث قدّم فيه بحوثاً قيمة فاقت بحوث غيره من الرياضيين وأفادوا بها في تقدم علم المثلثات. فقد ظل ابن يونس – بحسب سيديو – يستعمل من سنة 369هـ / 979 إلى سنة 398هـ/1008م أظلالاً أي خطوطا مماسة، وأظلال تمام حسب بها الجداول الستينية التي وضعها. واستعمل بن يونس المسقط العمودي للكرة السماوية على كل من المستوى الأفقي ومستوى الزوال لحل مسائل وأعمال صعبة في المثلثات الكروية. وأوجد القيمة التقريبية لجيب (1°)، واخترع حساب الأقواس لتريح من كثرة استخراج الجذور المربعة وتسهل قوانين التقويم. وهو أول من

وضع قانوناً فى حساب المثلثات الكروية يمكن به تحويل عمليات الضرب إلى عمليات جمع، فكان له أهمية كبرى عند علماء الفلك قبل اعتماد اللوغاريتمات، إذ حلّ كثيراً من المسائل الطويلة المعقدة .



الفصل السابع

البيرونى



محمد بن أحمد أبو الريحان الخوارزمى البيرونى، ولد سنة 362هـ-973م بضاحية "كات" من أعمال خوارزم. شب البيرونى محباً للعلم والبحث، واستطاع قبل بلوغه العقد الثانى من عمره أن يجيد اللغات: العربية والسريانية اليونانية والفارسية، إلى جانب لغة خوارزم وفى فترة من حياته العلمية انتقل إلى الهند، وتعلم اللغة الهندية، ونقل إلى الهنود معارف المسلمين.

تعلم البيرونى على أبى سهل المسيحى الفلك والرياضيات والطب، وتعلم على العالم عبد الصمد بن عبد الصمد، وكان عالماً رياضياتيا وفلكيا، وتعلم على أبى نصر على بن الجبلى الذى اشتهر بنبوغه فى الفلك وعلم حساب المثلثات، وكان من أفراد الأسرة الخوارزمية المالكة، علّم البيرونى هندسة إقليدس، وفلك بطميوس، وأهلّه لدراسة الفلك بصورة أعمق، فأظهر فيه نبوغاً مبكراً يشير إلى ذلك استعماله حلقة مقسمة إلى أنصاف درجات لرصد الشمس الزوالى فى مسقط رأسه (كات) وتمكن من تعيين موقعها الجغرافى بالنسبة إلى خط العرض، ثم تمكن من رصد قلب الشمس الصيفى بحلقة جعل قطرها خمسة عشر ذراعاً .

نبغ البيرونى فى الفلك والرياضيات والفيزياء والطب والصيدلة والجغرافيا، والفلسفة، وألّف فى هذه العلوم مؤلفات كثيرة، من أهمها فى الفلك: كتاب الآثار الباقية عن القرون الخالية، وكتاب العمل بالإسطرلاب، وكتاب تحديد نهاية الأماكن لتصحيح مسافات المساكن. وكتاب القانون المسعودى، وكتاب تحقيق منازل القمر، وكتاب الآلات والعمل، وكتاب تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة فى العقل أم مرذولة، ومقالة فى تحديد مكان البلد باستخدام خطوط الطول والعرض. ويمكن تتبع اسهامات البيرونى الفلكية فيما يلى:

قال البيرونى بكروية الأرض كما قال من سبقه من علماء اليونان كفيثاغورث الذى قدّم بعض الأدلة على كرويتها، إلا أنها كانت محل نقد وخاصة من مواطنه أرسطو . أما أدلة البيرونى وبراهينه على كروية الأرض فجاءت علمية منطقية تشير إلى صعوبة إثبات عكسها من ناحية، وتشير إلى عبقرية البيرونى من ناحية أخرى .

فالأرض على هيئة شبيهة بالكرة .. وشكلها الكروى بالضرورة، إلا أن تخرج عنه بأمر إلهى[1]. ويبتدئ البيرونى أدلته على كرية الأرض من القرآن الكريم الذى أشار إلى كرويتها من خلال تكوّر الليل والنهار بفعل دوران الأرض ككرة حول نفسها فى مواجهة الشمس، فيغمر الضوء سطحها المكور، فيكون النهار، ومع استمرار دوران الأرض يغمر الليل نفس السطح المكوّر، فيكون الليل، كما قال الله جلّ وعلى: ﴿ يُكَوِّرُ ٱلَّيۡلَ عَلَى ٱلنَّهَارِ وَيُكَوِّرُ ٱلنَّهَارَ عَلَى ٱلَّيۡلِۖ ﴾[2].

ولا يمكن تكوير الليل على النهار، ولا النهار على الليل، إلاَ إذا كانت الأرض كروية. والواقع يثبت ذلك إذ لو كانت الأرض مستقيمة، لسطعت عليها الشمس دفعة واحدة بدون شروق وغروب، أو عمها الظلام من أقصاها إلى أقصاها[3].

---

(1) البيرونى، تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة فى العقل أم مرذولة، طبعة دائرة المعارف العثمانية، حيدر أباد الدكن، الهند 1958، ص224.

(2) الزمر 5.

(3) راجع البيرونى، القانون المسعودى طبعة دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن، الهند 1954، جـ 1، ص23.

ونحن إذا تأملنا مع البيرونى كسوف القمر[1] أحسسنا حروفه بالإستدارة وخاصة إذا قسنا قطعة بين بدء الكسوف وتمامه وبين أول الإنجلاء وآخره .. علمنا أن الفصل المشترك بين ما يستضئ من الأرض وبينهما ينبعث الظل فيه هو دائرة، ثم ليست الكسوفات مقصورة من الشمال والجنوب على جهة واحدة، ومن الإنحراف فيهما على مقدار واحد، ومن الليل أيضا على وقت واحد، حتى يخص تلك الإستدارة موضع من الكاسف دون آخر. فلتكاثر تلك الفصول المشتركة واختلاف مواضعها من الأرض مع اتفاق أثرها فى الظل عن القمر بالإستدارة، تزول الشبهة فى أمر الأرض، وتثبت لها الإستدارة من جميع الجهات .

يتضح من النص أن البيرونى يستدل أيضا على كروية الأرض بظاهرة خسوف القمر، فعندما تقع الأرض بين القمر والشمس، تضاء الأرض المواجهة للشمس، ويقع ظلها على القمر فى صورة شبه كرة مستديرة.

وكذلك الماء فإن سطحها كما يقول البيرونى[2]: مستدير وأصدق كرية من الأرض، لأنه إن توهم مستويا، كان وسطه أقرب إلى المركز من حواشيه. والمراكب فى البحار تعد دليلا ينفرد به الماء، حيث تظهر أعاليها للناظر إليها من بعيد قبل جثتها، والجثة أعظم منها لولا ان حدبة الماء الكرية تمنعها وتخفيها من انبطاحها، إلى أن يزول الستر،، فتظهر بالإقتراب .

ويمكن التحقق من إنحناء الأرض فى الجهات التى بين خطى الطول والعرض تبعا للبيرونى[3] بأطوال الأيام فى المدن ومنها على سبيل المثال،

---

(1) البيرونى، القانون المسعودى، جـ1، ص36.

(2) البيرونى، القانون المسعودى، جـ1، ص 48 بتصرف.

(3) القانون المسعودى، 1/ 35 بتصرف.

بلدة بلغار فى أقصى الشمال، وبلدة عدن التى تبعد عنها جهة الجنوب فيذهب إلى أن أطول الأيام فى عدن يزيد قليلاً على أثنى عشر ساعة، وفى بلغار يقل عن سبع عشرة ساعة.. وهناك ساعتان فرق بين الشروق والغروب فى البلدتين، فحينما تشرق الشمس على عدن، تكون قد سطعت فى سماء بلغار إلى ارتفاع تقدر مدته بساعتين، ولذلك حين ينظر الراصد فى بلغار إلى شروق الشمس أو غروبها يشاهد جزءا من السماء بهذا القدر، ولا يراه فى سماء عدن، وذلك لوقوعه فى دائرة تحت القطب نفسه. وكذلك عند شروق الشمس وغروبها فى شتاء عدن، يرى الراصد نفس القدر من السماء، ولا يراه فى بلغار.

والقائم فى محل من الأرض خال من أى شئ يمنع امتداد النظر إلى جميع جهاتها، يراها مستديرة، فكروية الأرض تخفى عن السائر فيها نحو الجبال أسافلها، ويرى أعاليها. ولو كانت الأرض غير كروية لرآها دفعة واحدة كما يقول البيرونى[1]: السائرفى أجواء المعمورة نحو الجبال تظهر له منها أعاليها كأنها تبرز من الأرض شيئا بعد شيئ حتى ينتهى إليها، وهذا ظاهر فى الوجود مستقيم منه الدلالة على أن الأرض والماء معاً فى الكرية.

أما دوران الأرض، فقد نادى بطلميوس فى العصر اليونانى بدوران الشمس حول الأرض. وظل هذا الرأى سائداً لقرون طويلة إلى أن جاء البيرونى وأثبت عكسه، وهو أن الأرض تدور أمام الشمس حول محورها. وهو الرأى الذى نادى به كوبرنيكوس فى العصر الحديث مدعيا أنه أول من اكتشفه، مع أن البيرنى قد نادى به وأثبته قبله بمئات السنين.

---

(1) المصدر نفسه، الصفحة نفسها.

رأى البيرونى أن الأرض تدور حول محورها، ودليل ذلك تعاقب الليل والنهار، وينتج اختلاف الأوقات من مكان إلى آخر على الأرض نتيجة استدارتها[1]. ولو لم تكن الأرض مستديرة وتدور أمام الشمس حول محورها، لما اختلف الليل والنهار فى الشتاء والصيف.

وإذا كان الليل والنهار يتعاقبان نتيجة دوران الأرض أمام الشمس حول محورها، فإن تعاقب الفصول الأربعة: الصيف والخريف والشتاء والربيع يتعاقبوا نتيجة دوران الأرض حول الشمس دورة كاملة كل سنة، والسنة عند البيرونى[2] هى عودة الشمس فى فلك البروج إذا تحركت على خلاف حركة الكل إلى أى نقطة فرضت إبتداء حركتها، وذلك أنها تستوفى الأزمنة الأربعة التى هى الربيع والصيف والخريف والشتاء، وتحوز طبائعها الأربعة خلال سنة مقدارها ثلاثمائة وخمسة وستين يوماً وربع يوم.

وتتضح دورة الأرض[3] من مشاهدة تقاطعها مع زاوية معدل النهار، فتنتصف نصفيين، نصف البروج الشمالية فوق الأرض، والآخر نصف البروج الجنوبية تحت الأفق. ومع دوران الأرض حول الشمس تكون البروج الشمالية نورا متى كانت الشمس فيها، وظلاما للبروج الجنوبية، والعكس مع دوران الأرض. فظاهر على حسب قول البيرونى أن منطقة البروج تتصف بتقاطعها مع معدل النهار، فيقع نصفها فوق الأفق ونصفها تحته، فأما من تحت

---

(1) البيرونى، تحقيق ما للهند من مقولة .. ص222.

(2) البيرونى، الآثار الباقية عن القرون الخالية، طبعة مكتبة المثنى ببغداد بدون تاريخ، ص9

(3) البيرونى، تحقيق ما للهند من مقولة .. ص279.

القطب الشمالى فتظهر الشمس فوق الأفق، ولذلك يكون نهاراً له، وأما من تحت القطب الجنوبية فخفية تحت الأفق، ولذلك يكون ليلا له.

إن اختلاف الأوقات ناتج عن استدارة الأرض[1] كما قال البيرونى، واستدل على دورانها حول الشمس من التساوى بين الليل والنهار مرتين فى السنة، مرة فى الخريف، وأخرى فى الربيع. ويختلف طول الليل والنهار فى الشتاء والصيف، فالنهار ينتهى فى طوله عند تناهى قرب الشمس من القطب الشمالى، وينتهى فى قصره عند تناهى بعدها عنه. ويساوى ليل الصيف الأقصر نهار الشتاء الأقصر، وهذا يؤكده قول الله جل جلاله: ﴿ يُولِجُ ٱلَّيۡلَ فِي ٱلنَّهَارِ وَيُولِجُ ٱلنَّهَارَ فِي ٱلَّيۡلِ ﴾[2] أى يطول الليل ويأخذه من النهار، ويطول النهار ويأخذه من الليل فيُدخل طائفة من الليل فى النهار – فيقصر الليل ويطول النهار، ويُدخل طائفة من النهار فى الليل، فيقصر النهار ويطول الليل.

يتضح مما سبق أن البيرونى قال وأثبت دوران الأرض حول محورها وهو الشمس. ومن الجدير بالاعتبار أن العلم الحديث يؤكد على ما قال به وأثبته البيرونى "فالأرض تدور مثل بقية الكواكب الأخرى حول الشمس فى مدار اهليجى مرة واحدة فى السنة مستغرقة 365.25 يوماً تقريباً فينتج عن هذا الدوران الفصول الأربعة. وتدور الأرض حول محورها أمام الشمس مرة واحدة فى اليوم، فينتج الليل والنهار.

ومن أهم إنجازات البيرونى الفلكية أنه يُعد من أوائل العلماء الذين استطاعوا تحديد مقدار زاوية المحور أو الميل الأعظم Obliquity of the

---

(1) البيرونى، المصدر نفسه، الصفحة نفسها.

(2) لقمان 29.

ecliptic الذى جعله البيرونى لتحديد المنقلبين الصيفى والشتوى، والإعتدالين الربيعى والخريفى، فهو من أهم علاقات الترابط بين الشمس والأرض "فالشمس تقرب من سمت رؤوس سكان معمورة الأرض فى ناحية الشمال صيفا، وتبعد عنهم نحو الجنوب شتاءً، والميل الأعظم متى كان إلى رأس السرطان فهو الشمالى، ومتى كان إلى رأس الجدى فهو الجنوبى، والميل فى هاتين الجهتين متساوى المقدار"[1].

ويشرح البيرونى كيفية تحصيل هذا الميل عن طريق رصد ارتفاع الشمس على حسب قربها أو بعدها من خط الإستواء. فالأرض تدور حول الشمس، وهذا الدوران هو دائرة البروج التى تحوى اثنا عشر برجا ستة فى نصفها الشمالى وهى: الثور والحمل والسرطان والجوزاء والأسد والسنبلة، وستة فى نصفها الجنوبى وهى: الحوت والدلو والجدى والعقرب والقوس والميزان. وظاهر كما يقول البيرونى[2]: أن منطقة البروج تتصف بتقاطعها مع معدل النهار فيقع نصفها فوق الأفق ونصفها تحته، فما دامت الشمس فى البروج الشمالية الميل فإنها تدور دوراً رحاوياً لأجل موازات المدارات اليومية الأفق كالمقنطرات. أما من تحت القطب الشمالى فظاهرة فوق الأفق، ولذلك يكون نهاراً له. وأما من تحت القطب الجنوبى فخفية تحت الأفق، ولذلك يكون ليلا له. فإذا انتقلت الشمس الى البروج الجنوبية دارت رحاوية تحت الأفق فكان ليلاً لمن تحت القطب الشمالى ونهاراً لمن فى القطب الجنوبى .

فعندما تتعامد الشمس على مدار السرطان، يزداد طول النهار تدريجيا حتى يبلغ نهايته فى القطب الشمالى فينتهى فى طوله عند تناهى قرب الشمس

---

(1) البيرونى، الإصطرلاب، مخطوط دار الكتب المصرية رقم 914 فلك، ورقة 12و.

(2) تحقيق ما للهند من مقولة، ص278.

من القطب الشمالى وينتهى فى قصره عند تناهى بعدها منه، ويساوى ليل الصيف الأقصر نهار الشتاء الأقصر. أما فى الإعتدالين الربيعى والخريفى فتكون الشمس متعامدة على خط الإستواء، فيبلغ كل منهما الصفر، فيتساوى طول كل من الليل والنهار على سطح الكرة الأرضية مرتين فى السنة مرة فى الربيع والأخرى فى الخريف.

ومن ذلك استطاع البيرونى قياس زاوية ميل المحور التى ينتج عنها الفصول الأربعة، ودوران الأرض حول محورها والذى ينتج عنه الليل والنهار. وتوصل بتجاربه ومشاهداته والآلة التى ابتكرها لهذا القياس إلى أن مقدار زاوية المحور أو زاوية تقاطع معدل النهار تساوى 23.5 درجة، وهى نفس الدرجة التى أكدها العلم الحديث.

وفى البحث فى الجاذبية Gravitation يذكر البيرونى دوافعه وراء هذا البحث وهى أنه لم يجد فى كتب ومؤلفات السابقين أى حديث عن الجاذبية، فالناس "فى جميع مواضع الأرض على حالة واحدة ليس عندهم ما ذكرنا خبر"[1] أى ليس لديهم أى بحث فى الجاذبية. ومن هنا يعد البيرونى أول عالم يبحث فى الجاذبية، ويثبت أن للأرض جاذبية، ويدلل على ذلك بأن الشخص المعلق فى السقف ليس كالشخص الثابت على الأرض، فالأول يواجه السقوط إلى أسفل، ويدرك الآخر أنه مستوى ومستقر" فليس أحد المتقاطرين من سكانها كالمستقر على القرار عارف من نفسه حال الاستواء، والآخر كالمشدود كرها على السقف يعرف من نفسه الانتكاس والإضرار، وليس

---

(1) البيرونى، القانون المسعودى، 1/ 44.

أحدهما إذا انتقل إلى مكان الاخر بواجد فيه ما كان يجده ذلــك[1] ". فالجــسم يسقط إلى الأرض تبعا لحجمه ومسافة أو قوة السقوط، وهذا صادر عن قوانين صحيحة كما يقول البيرونى[2] تجعل الأشياء الثقيلة تقع إلى الأرض، وذلك لما فى طبعها من إمساك الأشياء وحفظها، فالأرض تمسك ما عليها لأنهــا مــن جميع الجهات سفل، فالبذور تنزل إليها حيث ما رمى بها ولا تــصعد عنهــا، وإن رام شيئ عن الأرض مسفولا فليسفل، فلا سافل غيرها.

لكن هل الأرض لها قوة جاذبية واحدة في جميــع أرجائهــا؟ يجيــب البيرونى بالنفى، ويقرر أن [3]: جاذبية الأرض تختلف عند خط الاستواء عما عداه من أرجاء الأرض، فلو أنزلنا حجرا على خط الاستواء لنزل مع المحور بزاوية قائمة، وليس ذلك بمشاهد إلا فى خط الاستواء، وأما فى سائر الــبلاد فإنه يحيط مع المحور بزاوية حادة. ويرجع هذا إلى أن قطر الأرض الواصل بين قطبيها أقصر من قطرها عند خط الاستواء، وذلك لعدم تمــام كرويتهــا، فتختلف جاذبية الأرض للجسم باختلاف مكانه من سطحها، فيكون أصغر مــا يكون على محيط خط الاستواء فيسقط عموديا، ويكون وزنه أكبر ما يكــون عند أحد القطبين فيسقط بزاوية حادة .

يتضح مما سبق أن علم الفلك الحديث لايخرج عما ناد به البيرونـــى وأثبته بخصوص الجاذبية الأرضية، فلم يسبقه أحد إلى أى حديث فى ذلــك، لذا يُعد هو أول من اكتشف وأثبت جاذبية الأرض، وليس نيــوتن الانجليــزى

---

(1) البيرونى، المصدر نفسه، الصفحة نفسها.

(2) البيرونى، تحقيق ما للهند من مقولة، ص227.

(3) البيرونى، القانون المسعودى، 1/ 46 .

(1642-1727)، وأن هذه الجاذبية تبعا للبيروني تختلف عند خط الاستواء عن قطبيها الشمالي والجنوبي. وكل ما فعله نيوتن في العصر الحديث هـو أنـه صاغ تفسيرات البيروني للجاذبية في صورة قانون علمي ينص على أن كـل جسم مادي يجذب كل جسم مادي آخر بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلة كل منهما، وعكسيا مع مربع البعدين عن مركزي ثقلهما .

ولا غرابة إذا علمنا أن نيوتن قد صاغ هذا القانون بناءً على توجيهات البيروني الذي صرّح بأنه يُخلي تصانيفه من القوانين والمثالات، وذلك ليجتهد الناظر فيها ما أودعته فيها من كان له دربه واجتهاد وهو محب للعلم، ومـن كان من الناس على غير هذه الصفة، فلست أبالي له. فهم أم لم يفهم.

كذلك لم يكن الفلكـي الفرنـسي لابـلاس (1749- 1827) ونيـوتن الانجليزي هما أول من شرحا وبيّنا ظاهرة المد والجزر Tides، بل سـبقهما إلى ذلك البيروني، وهاك المؤيدات:

كعادته في دراسة أي ظاهرة يبتدئ البيروني بالاطلاع علـى تـراث سابقيه من الحضارات الأخرى. وفي دراسته للهند وجد معرفة الهنود بظاهرة المد والجزر محصورة في صورتين، الأولى خرافيـة يأخـذ بهـا العامـة، والأخرى طبيعية ويتبناها العلماء، ولكنهم لم يستطيعوا الوصول إلى تفـسير علمي لها كما يقول[1]: إنه سمع من الهنود أن ماني اعتقد أن في البحر عفريتًا يكوّن المد والجزر من تنفسه جاذبا ومرسلاً. وأما خاصتهم فيعرفونهـا فـي اليوم بطلوع القمر وغروبه، وفي الشهر بزيادة نوره ونقصانه، وإن لم يهتدوا للعلة الطبيعية منهما .

---

(1) البيروني، تحقيق ما للهند من مقولة، ص430.

ومن إحدى مدن الهند التى عرفت بصاحبة القمر لتأثيره فى ارتفاع وانخفاض الماء بها، وهى مدينة سومنات، يبدأ البيرونى فى دراسة ظاهرة المد والجزر، مفسرا لها، وشارحا لأسباب حدوثها، فيرى أن لتأثيرات القمر فى البحار والرطوبات حالات دائرة فى أرباع الشهر واليوم بليلته[1]، فمن دوران القمر حول الأرض دورة كاملة كل شهر وبتأثير أشكاله المختلفة من بدر وهلال وتربعين أول وثان، وفى أوقاتهم يحصل المد، كما يحدث مرتين فى اليوم صباحا ومساءً فى مكان نتيجة دورة القمر الظاهرية. ويحدث الجزر مرتين إحداهما بعد الظهيرة والأخرى، بعد منتصف الليل. ويظهر من المد والجزر أن القمر مواظب على خدمة البحر ونظافة شواطئه على حد قول البيرونى[2] : فكلما طلع القمر وغرب، ربا ماء البحر بالمد فغرقه، وإذا وافى نصف النهار والليل نضب الجزر فأظهره، وكأن القمر مواظب على خدمته وغسله.

ويوضح البيرونى تأثير المد والجزر فى الطبيعة، فيقرر بناءً على دراساته ومشاهداته أن[3]: الجزائر تنشأ وتبرز من الماء ككثيب رمل مجتمع، وتزداد ارتفاعا وانبساطا وتبقى حينا من الدهر، ثم يصيبها الهرم فتنحل عن التماسك وتنتشر فى الماء كالشئ الذائب وتغيب، وأهل تلك الجزائر ينتقلون من الجزيرة الهرمة التى ظهر فسادها إلى الفتية الطرية التى قرب وقت ظهورها .

---

(1) البيرونى، تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن، تحقيق ب. بولجاف، مراجعة إمام إبراهيم أحمد، معهد المخطوطات العربية 1962، ص27.

(2) البيرونى، تحقيق ما للهند من مقولة، ص431.

(3) البيرونى، القانون المسعودى 1، 291 .

واستطاع البيرونى قياس ارتفاع الماء فى البحار أثناء المـد، والـذى يغشي الشط، والجزر الذى يغشى أكثر أماكن البحر الأخرى، وقدره بحـوالى واحد وستين ذراعا" فاللجة ووسط الماء إذا ارتفع بنيف وستين ذراعا غـشى الشط، والأرجل منه أكثر مما هو مشاهد"[1] وإذا علمنا أن مقدار الذراع على أيام البيرونى يساوى أربعين سنتيمترا، فإن ارتفاع الماء أثناء المد يبلغ حوالى أربعة وعشرين مترا، وهذا قريب جدا من القياس الحديث.

ومن المسائل الفلكية المهمة التى شغلت الفلكيين، قبل البيرونى وبعده، مسألة قياس محيط الأرض. وبعد أن اطلع البيرونـى علـى قيـاس سـابقيه وتعرض بالنقد لبعضه، سجل لنا طريقته فى قيـاس محـيط الأرض والـذى أخرجه مقترباً إلى حد كبير مما يأخذ به العلم الحديث، بل ووضع قاعدة لقياس محيط الأرض تعرف حتى الآن بقاعدة البيرونى .

وفى معرفة ذلك على حد قوله[2]: طريق قائم فـى الـوهم صـحيح بالبرهان، والوصول إلى عمله صعب لصغر الإصطرلاب، وقلة مقدار الـشئ الذى يبنى عليه فيه، وهو أن تصعد جبلاً مشرفا على بحر أو بريّـة ملـساء وترصد غروب الشمس، فتجد فيه ما ذكرناه من الإنحطاط نفسه، ثم تعـرف مقدار عمود ذلك الجبل وتضربه فى الجيب المستوى لتمام الإنحطاط الموجود، وتقسم المجتمع على الجيب المنكوس لذلك الانحطاط نفسه، ثم تـضرب مـا خرج من القسمة فى اثنين وعشرين أبدا، وتقسم المبلغ على سـبعة، فيخـرج مقدار إحاطة الأرض بالمقدار الذى به قدرت عمود الجبل.

---

(1) المصدر نفسه، الصفحة نفسها.

(2) البيرونى، الإصطرلاب، ورقة 932.

وبعد أن سطر البيرونى طريقته هذه فى قياس محيط الأرض نظريـــا فى كتابه الاصطرلاب، نجده يخرجها إلى حيز التطبيق ويصفها فى القـــانون المسعودى بأنه أراد تحقيق قياس المأمون فاختار جبلا فى بلاد الهند مـــشرفا على البحر وعلى بريّة مستوية، ثم قاس ارتفاع الجبل فوجـــده 652 ذراعـــا وقاس الإنحطاط فوجده 34 دقيقة، فاستنبط أن مقدار درجته من خط نـــصف النهار يساوى 58 ميلاً على التقريب. وحاصل امتحانى هذا يكفى دلالة علـــى ضبط القياس المستقصى الذى أجراه الفلكيون فى أيام المأمون. وهذا الحساب الذى أجراه البيرونى بجداول اللوغاريتمات وجده 56.92 ميلا هكذا:

محيط الدائرة = 2 ط نق 79.357 = 2 × $\frac{22}{7}$ × نق

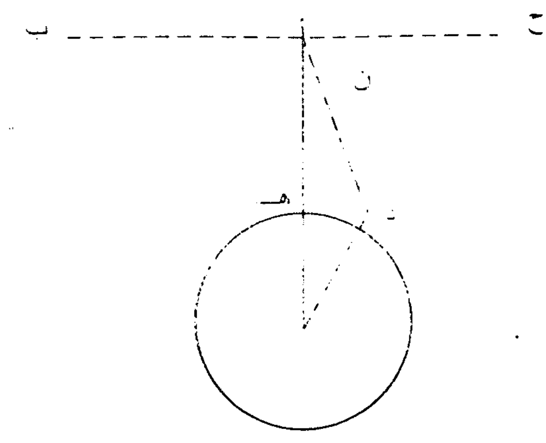
نق = $\frac{7 \times 79.357}{22 \times 2}$ = $\frac{7 \times 79.357}{44}$ = 56.92113636

= 56.92 ميلاً تقريباً.

وقد برهن العلم الحديث على طريقة البيرونى لقياس محـــيط الأرض بقاعدته المشهورة حتى اليوم هكذا[1]:

---

(1) كارلو نيلينو، علم الفلك، تاريخه عند العرب فى القرون الوسطى، طبعة روما 1911، ص 291-292



لنفرض كما فى الشكل أ قمة جبل ما، وخط أ هـ عموده أى ارتفاعه وهو خط يصل امتداده إلى نقطة ع هى مركز الأرض، ثم نرسم خط ب م عمودا على أ ع موازيا لأفق قمة الجبل، ونرسم أيضا خط أد المماس لمحيط الدائرة على نقطة د. ولما كان يبرهن فى الهندسة أن الخط المستقيم المماس لدائرة ما عموداً على نصف القطر الواصل إلى نقطة التماس، يكون أ د عمودا على ع د ، ومثلث أدع يكون قائم الزاوية على نقطة د. أما زاوية ج أ د فهى ما يسميه البيرونى انحطاط الأفق. ومن الواضح أنها تمام زاوية ع أ د ، أى أنها تعادل زاوية أ ع د، فإذا أشرنا بحرفى نق إلى نصف القطر الذى تنسب إليه الخطوط المساحية، وحرف ر إلى نصف قطر الأرض، وبحرف ف إلى ارتفاع الجبل، وبحرف ن إلى الإنحطاط، ينتج من قواعد حساب المثلثات المستوية:

جـا ع أد = جتا ج أ د = جتا ن = نق دع / اع **= نق** ر / ر + ف

نق ر = جتا ن (ر+ ف) = ر جتا ن + ف جتا ن

نق ر – ر جتا ن = ف جتا ن ر (نق – جتا ن) = ف جتا ن

فينتج ر = $\frac{\text{ف جتا ن}}{(\text{نق} - \text{جتا ن})}$

وهذه المعادلة الأخيرة هى قاعدة البيرونى لأن الجيب المنكوس عبارة عن نصف القطر المنقوص منه جيب تمام الزاوية المفروضة، فإن ضربنا ر فى ط أى فى $\frac{22}{7}$ كان الحاصل مقدار محيط الأرض.

الفصل الثامن

ابن الشاطر



علاء الدين على بن إبراهيم بن محمد بن الهمام بن حسان بن ثابت الأنصارى الأوسى المدنى المؤقت المطعّم ابن الشاطر، عربى أصيل يرتد نسبه إلى قبيلة الأوس بالمدينة. ولد بدمشق سنة 704هـ / 1304م، وتوفى بها سنة 777هـ / 1375م. وما بين المولد والوفاة حياة حافلة بالإنجازات العلمية المنسوبة إليه حتى اليوم. بدأ حياته، بعد وفاة والده وهو فى سن السادسة، بتعلم فن تطعيم العاج على يد زوج خالته وابن عم أبيه الحسن بن الحسين بن إبراهيم بن يوسف الشاطر، واكتسب لقبه "ابن الشاطر" من هذا الرجل. ولُقب أيضا بـ "المطعّم" نسبة إلى صناعة تطعيم العاج تلك التى أتقنها واشتهر بالتجارة فيها حتى جمع منها ثروة كبيرة مكنته من أسفاره ورحلاته العلمية إلى كثير من بلاد العالم، ومنها بلاد الشام ومصر التى درس فيها الرياضيات والفلك. أما لقب "المؤقت" فيرجع إلى توليه وظيفة التوقيت ورئاسة المؤذنين فى الجامع الأموى بدمشق لفترة طويلة من حياته .

درس ابن الشاطر واطلع على تراث سابقيه فى الفلك اليونانى، وترجم منه بعض الأعمال. كما درس الأعمال الفلكية لمن سبقوه من الفلكيين الإسلاميين أمثال: قطب الدين الشيرازى، ومؤيد الدين العرضى الدمشقى، ومحيى الدين المغربى، والحسن بن الهيثم، واستفاد كثيراً من مدرسة "مراغة" الفلكية ورئيسها نصير الدين الطوسى الذى انتقده ابن الشاطر فى مواضع، تماماً مثلما تعرض بالنقد فى مواضع أخرى لكل من سبقه ودرسه من الفلكيين، اليونانيين منهم والمسلمين، الأمر الذى أدى به إلى تصحيح بعض النظريات الفلكية القديمة، ثم تدشين نظرية فلكية مبتكرة، وتطوير الآلات الفلكية وتصميم وابتكار أخرى أسست لعلم الفلك الحديث كما سيأتى .

ويتضح مدى اسهام ابن الشاطر فى تطور علم الفلك من مؤلفاته الفلكية الرائدة، فقد عددت له المصادر ما يربو على أربعين مؤلفاً فلكياً ورياضياتيا، بعضها فُقد لم يصل إلينا، وأهمها ما زال مخطوطاً لم يحقق، ومنها: أرجوزة فى الكواكب، الأشعة اللامعة فى العمل بالآلة الجامعة، إيضاح المغيب فى العمل بربع المجيب، تحفة السامع فى العمل بالربع الجامع، تسهيل المواقيت فى العمل بصندوق اليواقيت، تعليق الأرصاد، جدول لأرض شمال فى معرفة الغاية ونصف القوس والحديد، رسالة الإسطرلاب، رسالة فى العمل بالمربعة، رسالة فى العمل بالربع الجامع، رسالة فى أصول علم الإسطرلاب، رسالة فى العمل بالربع العلائى، رسالة فى العمل بربع الشكازية، رسالة فى العمل بدقائق اختلاف الآفاق المرئية، رسالة فى الهيئة الجديدة، رسالة في باب السهام، الروضات المزهرات فى العمل بربع المقنطرات، الزيج الجديد، كشف المغيب فى الحساب بالربع المجيب، كفاية القنوع بالربع المقطوع، مختصر فى العمل بالإسطرلاب وربع المقنطرات وربع المجيب، النجوم الزاهرة فى العمل بالربع المجيب بلا مرى ولا دائرة، نزهة السامع فى العمل بالربع الجامع، النفع العام فى العمل بالربع التام لمواقيت الإسلام، نهاية السؤال فى تصحيح الأصول، نهاية الغايات فى الأعمال الفلكيات .

بقيت مؤلفات ابن الشاطر هذه، لاسيما المتخصصة فى الإسطرلاب والمزاول الشمسية ذات شهرة واسعة لقرون عديدة، وصارت مصدرا موثوقا للتوقيت فى مختلف الأقطار الإسلامية. ولم يأت هذا من فراغ، فلم يشتغل ابن الشاطر بعلم الفلك إلا بعد اتقانه عدة علوم مكملة له، وتمرسه بوضع آلاته وابتكار الجديد منها كما يقول: "وفقني الله للاشتغال في هذا العلم ويسّره عليّ

بعد إتقان الحساب والمساحة والهندسة، ووضع الآلات الفلكية وابتكار كثير منها "[1]، وذلك فيما سيتضح فيما سيأتى .

سادت نظرية بطلميوس الفلكية حتى عصر ابن الشاطر. ومؤداها أن الأرض مركز الكون والأجرام السماوية تدور حولها. وكان علماء الفلك المسلمين قبل ابن الشاطر يشككون فى هذه النظرية لكنهم لم يعدلوها، حتى جاء ابن الشاطر وسجل مشاهداته وأجرى تجاربه التى أثبتت خطأ هذه النظرية على حد قوله[2]: "إن الأجرام السماوية لا يسرى عليها هذا النظام الذى وضعه بطلميوس، فعلى سبيل المثال ذكر أنه إذا كانت الأجرام السماوية تسير من الشرق إلى الغرب، فالشمس إحدى هذه الكواكب تسير، لكن لماذا يتغير طلوعها وغروبها؟ وأشد من ذلك أن هناك كواكب تختفى وتظهر سمّوها الكواكب المتحيرة، لذا فإن الأرض والكواكب المتحيرة تدور حول الشمس بانتظام، والقمر يدور حول الأرض".

فأثبت ابن الشاطر أن الأرض ليست هى مركز العالم، بل الشمس هى التى تقع فى مركزه، والكواكب تدور حولها، ووضع نظرية حركة الكواكب، وتمكن من تحديد مدارى "عُطارد" و "القمر" اللذين حيرا علماء الفلك طويلاً، ووضع لحركتيهما نموذجين مثّلا أول ابتكار غير بطلمى يتحقق فى مسيرة علم الفلك الحديث. وهذا ما أخذه الفلكى البولندى كوبرنيكس (1473 – 1543)

---

(1) ابن الشاطر، الزيج الجديد، مخطوط المكتبة الظاهرية بدمشق رقم 3095، ورقة 93.

(2) ابن الشاطر، نهاية السؤال فى تصحيح الأصول، مخطوط مكتبة لايدن رقم 1116، ورقة 11 ظ.

ونسبه لنفسه زوراً وبهتانا، ونادى به فى العصر الحديث واشــتهر بالنظـــام الكوبرنيكى Copernican System بعد ابن الشاطر بقرنين من الزمان .

ابتكر ابن الشاطر وطوّر العديد من الآلات الفلكيـــة. وتـشير "الآلـــة الجامعة" المحفوظة فى المكتبة الوطنية بباريس إلى أنه بـــدأ صـــناعة الآلات الفلكية وهو شاب، حيث يرجع تاريخ هذه الآلة إلى سنة 738هـــ / 1337م. وتشير "ساعة ابن الشاطر" المحفوظة بالمكتبة الأحمدية بحلب إلى إســتمراره فى صناعة الآلات الفلكيةحتى قبيل وفاته ، حيث يرجع تاريخ هذه الساعة إلى سنة 767هـ/ 1965م .

واشتهر ابن الشاطر بالرصد فى مرصده بالشام، وقدم نماذج فلكية فى الأزياج بعد أن دققها بطريق المشاهدة والتجارب والاستنتاج الغائب. وفى كتابه "العمل بالربع العلائى" يقرر ابن الشاطر أنه يفوق على الربع المشهور لسهولة العمل به وقربه للصحة، وذلك بسبب كوّن المركز لا يخرج من سطح الربـــع. وفى مقدمة الكتاب يشرح ابن الشاطر ما احتواه من رسوم حتى يمكن العمـــل به، ومن رسومه[1]: القطب وهو الثقب الذى فيه الخيط، ويسمى الخط الأيمن خط المشرق والمغرب بالنسبة إلى البروج الشمالية وهو خط نـــصف النهـــار بالنسبة للبروج الجنوبية. ويسمى الخط الأيسر خط نصف النهار بالنسبة للبروج الشمالية وخط المشرق والمغرب بالنسبة للبروج الجنوبية. وقـــوس الارتفـــاع معلوم المدار الأسفل المحيط بأطراف المقنطرات. ومدار الحمل بالنسبة للبروج الشمالية هو مدار الجدى بالنسبة للبروج الجنوبية، والمدار الأعلى منه هو مدار الإعتدالين بالنسبة للجنوبية، وهو مدار السرطان بالنسبة للشمالية.

---

(1) ابن الشاطر، الربع العلائى، مخطوط مكتبة اكسفورد، رقم1. 1030، ورقة 92.

وتنقسم المقنطرات فى هذا الربع على أقسام، منها: القسى الآخذة منها من القوس الأيمن إلى الخط المحيط بها، ثم تطوى هذه من الخط المذكور متصلة الأطراف إلى الخط الأيسر، ونهايتها إلى مدار عرض البلد الموضوع له. وبقية هذه المقنطرات من الخط الأيسر إلى القوس المحيط بالربع، وينتهى بعضها إلى مقاطعة القوس المحيط بها مع الخط الأيسر، ثم تكوّن بعد ذلك أنصاف دوائر مراكزها على الخط الأيسر، ونهايتها عند نقطة فى أصغرها تسمى سمت الرأس، وجميع هذه المقنطرات مخصوصة بالبروج الشمالية. ومنها مقاطعة لهذه آخذه من المدار الأعلى إلى المدار الأسفل المحيط بها، وبقيتها من الأعلى إلى الخط الأيمن. وأول هذه يقال له الأفق المقاطع للمدار الأعلى مع الخط الأيسر، ومع محدث الأفق أيضاً تنتهى إلى الأيسر، ويقال لها مقنطرات الإنحطاط. وليس فى هذا الربع مقنطرات جنوبية إلا هذه فقط[1].

وهذه المقنطرات المقدم ذكرها فى هذا القسم هى مقنطرات البروج الجنوبية، ثم من أعلى هذا الربع مدار صغير موضوع عليه مقنطرات آخذه منه إلى الخط الأيمن أو الأيسر بحيث الاختيار فى الوضع، وأولها يسمى الأفق، وأعدادها مكتوبة على الخط الموضوعة عليه. وهذه تمام المقنطرات للأبعاد الجنوبية، وفائدتها تظهر فى ذلك العمل.

أما المنطقة فقد وضعتها على خلاف ذلك، أى شكل الهلال. وأما قوس العصر فهو قطعتان أحدهما يُقوسه مما يلى الخط الأيمن وهو بمصر مختص بالبروج الشمالية. والآخر فقوسه مما يلى الخط الأيسر وهو بمصر مختص بالبروج الجنوبية. وكلاهما بين المدارين المتقدم ذكرهما .

---

(1) ابن الشاطر، الربع العلائى، ورقة 3 ظ.

تلك هى الرسوم أو الأشكال التى احتوتها آلة ابن الشاطر "الربع العلائى" فإذا أردت معرفة الميل وغاية الإرتفاع، فما عليك - كما يقول ابن الشاطر[1]: إلا أن تعلّم على درجة الشمس بالمرى فى المنطقة، وذلك معلوم، ثم انقل الخيط إلى خط وسط السماء للبروج التى فيها الشمس، فما قطع المرى من عدد المقنطرات فهو الغاية، وما بينه وبين مدار الاعتدال فهو الميل لذلك الجزء.

وإذا أردت معرفة سعة المشرق، فضع الخيط على مقاطعة مقنطرة الميل من مدار الاعتدالين، فما قطع الخيط من قوس الارتفاع فهو سعة المشرق.

ولمعرفة الارتفاع الذى لاسمت له: ضع الخيط الأيمن على أول قوس الارتفاع، وعلم بالمرى مقاطعة مقنطرة الميل، وانقل الخيط إلى خط نصف النهار الشمالى، فما قطع المرى من أجزائه مبتدءا من المدار الأعظم، فهو المطلوب[2].

وفى هذا الكتاب بيّن ابن الشاطر أيضاً كيفية معرفة الدائر لكل ارتفاع، ومعرفة ارتفاع العصر والدائر بين الظهر والعصر، ومعرفة السمت لكل ارتفاع، ومعرفة كم سمت القبلة فى مكة، والطريق فيه أن[3]: تضع الخيط على خط نصف النهار الشمالية، ثم ابعد عن المحيط من أجزاء مسطرة الأبعاد بقدر عرض مكة وعلّم بالمرى، ثم انقل الخيط حتى يكون بينه وبين خط نصف النهار الشمالية بقدر فضل ما بين الطولين من أجزاء القوس، وانظر ما وافق المرى من مقنطرات البروج الشمالية، فما كان يسمى ارتفاع سمت

---

(1) المصدر نفسه، ورقة 8 وجه.

(2) المصدر نفسه، ورقة 7 ظ.

(3) المصدر نفسه، مواضع مختلفة.

رؤوس مكة على أفق بلدنا، فاحفظه واستخرج له السمت، وطريقته: أن تضع الخيط على خط نصف نهار الشمالية، وابعد عن المحيط من مسطرة الأبعاد بقدر الارتفاع الذى استخرجت واحفظه وعلّم بالمرى عند نهايته ثم حرك الخيط حتى تضع المرى على مقنطرة بقدر عرض مكة، فما قطع الخيط من أول قوس الارتفاع فهو سمت مكة .

ولمعرفة استخراج الجهات والقبلة، فاستخرج سمت الوقت واعرف جهته، فإن كان جنوبياً شرقيا أو شمالياً غربياً، فضع الخيط على مثله من أول قوس الارتفاع. وإن كان شمالياً شرقيا أو جنوبياً غربياً فضع الخيط على مثله من آخر قوس الارتفاع، ثم ثبت الخيط على ذلك ، وضع الربع على أرض مستوية وعلق فى يديك خيطا فيه شاقولا، وحرك الربع يمنة ويسرة حتى يستر ظل الخيط المعلق والخيط الذى على السمت فحينئذ يكون أحد خطى الربع الذى ابتدأت منه بالسمت هو خط المشرق والمغرب ، ويكون الآخر خط نصف النهار ، ولن يخفى عليك تعيين الجهات الأربع لأن العامل بهذا الربع ينبغى أن يكون له اشتغال ، فإذا تعينت الجهات الأربع، فاخرج من الربع الذى فيه القبلة بسمت القبلة يحصل المطلوب .

ومن استخراج الجهات وتحديد القبلة أراد ابن الشاطر وضع آلة تختص بتحديد المواقيت وخاصة الشرعية فى الإسلام، وقد فعل وابتكر آلة تحديد الأوقات الشرعية الإسلامية، وصنف لها كتابا خاصا أسماه "الربع التام لمواقيت الإسلام" قال فيه[1]: "لقد أمعنت النظرفى الآلات الفلكية الموصلة إلى

---

(1) ابن الشاطر، الربع التام لمواقيت الإسلام، مخطوط مكتبة اكسفورد رقم 1.932، ورقة ٢ ظ

معرفة الأوقات الشرعية ومنها الإسطرلابات والشكازية والزرقالة والأربـاع المقنطرة والمجيبة . وودت صنع آلة تخرج بهـا جميـع الأعمـال بـسهولة ووضوح يستغنى برسمها عن المرى، واستنبطت هذه الآلة وسميتها الربع التام لمواقيت الإسلام".

يتبين مما سبق أن ابن الشاطر قد ساهم مع غيره من علمـاء الفلـك المسلمين فى إعادة صياغة هيئة بطلميوس الفلكية، والتى مهـدت لنظريـات فلكية جديدة أسست لعلم الفلك الحديث. إلا أن ابن الشاطر قد انتهج نهجا خاصا تميز به عن الفلكيين المسلمين، ولذا يعد الرائد والمقـدم الأول دون إجحـاف تبعا للألمانى بيتر شمالتسل .

فلقد اكتشف ابن الشاطر وأثبت أن حركة الكواكب تتخذ شكلا اهليجيا، بمعنى أنها تتحرك فى مدارات شبه دائرية. ولقد أكـدت النظريـات الفلكيـة الحديثة ما أثبته ابن الشاطر، وخاصة قانون كبلر الفلكى الأول .

ورأى ابن الشاطر أن الأجسام تستمر علـى حالتهـا مـن الـسكون أوالحركة وفى استقامة ما لم يؤثر عليها مؤثر. وهذا الـرأى أخـذه نيـوتن الإنجليزى وصاغه فى صورة قانونه الفيزيائى الأول القائـل. " كـل جـسم يستمر فى حالته من السكون أو الحركة المنتظمة فى خط مستقيم مالم يـؤثر عليه مؤثر خارجى " .

وفى المدخل إلى تاريخ العلم يقرر جورج سارتون أن ابـن الـشاطر درس حركة الأجرام السماوية بكل دقة وعناية، فأثبـت أن زاويـة انحـراف البروج تساوى 23 درجة و 31 دقيقة، وذلك فى سنة 1315م (القرن الثـامن

الهجرى) مع العلم أن القيمة الصحيحة التى اهتدى إليها علماء القرن العشرين بواسطة الحاسب الأليكترونى هى 23 درجة، و 31 دقيقة، 19.8 ثانية .

وأكد ديفيد كينج أن كوبرنيكس أخذ كثيـراً مـن النظريـات الفلكيـة المنسوبة إليه من ابن الشاطر، إذ قال في " قاموس الشخـصيات العلميـة " الصادر سنة 1950: أثبت الكثير من النظريات الفلكية المنـسوبة لنيكـولاس كوبرنيكس، والتى أخذها من العالم المسلم ابن الشاطر . واتضح بعـد ذلـك بالكشف الدقيق العثور على مخطوطة عربية لابن الشاطر سـنة 1973 فـى مسقط رأس كوبرنيكس ببولندا، أتضح منها أن كـوبرنيكس كـان يستنـسخ مخطوطات ابن الشاطر وينسبها إلى نفسه .

نتائج الدراسة

سجلت فى بعض صفحات هذا الكتاب بعض الإستنتاجات و النتائج التى لم يتحتم تأجيلها. وبعد أن استعرضت كل جوانب الموضوع – من وجهة نظرى – علىّ الآن أن استخلص النتائج من خلال الإجابة على التساؤل الرئيس الذى طرحته فى مقدمته ، ويمكن الوقوف على ذلك من خلال النتائج التى أطرحها فيما يلى :

أوضحت الدراسة كيف اهتم المسلمون بالفلك كعلم ينظر فى حركات الكواكب الثابتة والمتحركة والمتحيرة ويستدل من تلك الحركات على أشكال وأوضاع الأفلاك التى لزمت عنها هذه الحركات المحسوبة بطرق هندسية، وبنى علماء الفلك المراصد الفلكية ، ووصعوا آلات الرصد ، وألفوا الأزياج الجديدة ، وهى عبارة عن جداول حسابية تبين مواقع النجوم وحركاتها ، وكانت آلات الرصد تصنع فى العصر العباسى بمدينة حران، ثم انتشرت صناعتها فى جميع أنحاء الخلافة العباسية منذ زمن المأمون ، وأهمها : اللبنة، والحلقة الاعتدالية ، وذات الأوتار والأسطرلاب . وعكف علماء الفلك فى المراصد على الدراسة والرصد والتأليف ، فجاءوا بآراء ونظريات أصيلة عبرت بحق عن روح الإسلام وحضارته وأفادت منها الإنسانية جمعاء .

فالفزارى استطاع أن يصنع أول أسطرلاب فى الإسلام وألف فيه كتابين مهمين هما: كتاب العمل بالإسطرلاب ذات الحلق السماوية ، وكتاب العمل بالإسطرلاب المسطح ، إلى جانب مؤلفات أخرى مثل كتاب المقياس للزوال وكتاب الزيج ، ووضع جداول فلكية على سنين المسلمين . وبيّنت الدراسة كيف عمل أفراد جماعة بنى موسى بن شاكر مجتمعين على وضع – أزياج (جداول) الفلك " المجربة " أو " المأمونية " كما سموها . ومع مرور

الوقت فى الانشغال بالعمل العلمى النظرى والتطبيقى تطورت أساليب بنى موسى العلمية إلى الدرجة التى مكنتهم من القيام بأول وأهم وأخطر عمل علمى جماعى بالنسبة لهم ولا تقل أهميته بالنسبة لتاريخ العلم العربى الإسلامى والعالمى على وجه العموم ، الا وهو قياس محيط الأرض . وكان المأمون قد سألهم القيام بهذه المهمة العلمية الشاقة لما رآه فى علوم الأوائل من أن دورة كرة الأرض أربعة وعشرين ألف ميل، فأراد أن يقف على حقيقة ذلك. ورأس محمد بن موسى الجماعة العلمية التى تصدرت لذلك الغرض، والتى ضمت إلى جانب أخويه أحمد والحسن مجموعة من الفلكيين والمساحين. وقد اختارت الجماعة مكانين منبسطين أحدهما صحراء سنجار، غربى الموصل، والأخر أرض مماثلة بالكوفة. وقد اقتضت طريقة الجماعة أن ينطلق فريقان من جهة ما، فيذهب فريق إلى ناحية الشمال، وآخر إلى الجنوب، بحيث يرى الأول منهما صعود "التيس الفتى"، والثانى هبوطه. ثم تحسب درجة خط الطول (Merdian) بواسطة قياس المسافة بين الفريقين المراقبين، وكانت النتيجة دقيقة للغاية، فقد توصلت الجماعة فعلاً إلى أن محيط الأرض يساوى 66 ميلا عربياً، وهذا ما يعادل 47.356 كيلومتراً لمدار الأرض. وهذه النتيجة قريبة من الحقيقة إذ مدار الأرض الفعلى يعادل 40.000 كيلو متر تقريباً .

أوضحت الدراسة أن هذا العمل فضلا عن كونه من الأعمال العلمية الجماعية المهمة التى قامت بها جماعة بنى موسى شاكر ، فإنه أول قياس حقيقى للأرض عرفه العالم ، لأن طريقة بنى موسى قد اختلفت عن طريقة ايراتوستيناس اليونانى الذى اعتبر أول من حاول قياس محيط الأرض عن طريق زاوية أشعة الشمس، ويبدوا أن مهمة قياس محيط الأرض التى فرغت

منها الجماعة بنجاح، كانت حافزاً على بناء مرصد خاص بأعضائها بقـــرب جسر الفرات عند باب التاج، حيث المئذنة الملتوية إلى أعلى، والتى تم تثبيت آلات الرصد فوقها. وفيه قام أعضاء الجماعة بأجراء قياسات فلكية دقيقة مثل استخراجهم حساب العرض الأكبر من عرض العمر، فاقت قياسات بطميوس، وخالد بن عبد الملك المروزى، فلكى قصر الخليفة، كما نالت هذه الأرصـــاد تقدير واهتمام الفلكيين اللاحقين لبنى موسى، فبعد مرور حوالى قرن ونصف من الزمان، نرى البيرونى يصرح بأهمية أرصاد جماعة بنى موســـى بـــن شاكر، وبفضلها عليه .

وبينت الدراسة كيف عكف الفرغانى فى مرصد الشماسية على دراسة علم تسطيح الكرة عن قرب، فجاء بآراء ونظريات أصيلة، واستطاع تطـــوير المزولة ، ووضع عدة تطويرات للإسطرلاب الـــذى اســـتخدمه فـــى قيـــاس المسافات بين الكواكب وايجاد القيمة العددية لحجومها، فحدد أقطـــار بعـــض الكواكب مقارنة بقطر الأرض، وصرح بأن حجم القمر يساوى 1/39 كم من حجم الأرض، وحجم الشمس يساوى 166 ضعفا للأرض، وحجـــم المـــريخ يساوى 15/8 من حجم الأرض، وحجم المشترى يساوى 95 ضعفا للأرض، وحجم زحل يساوى 90 ضعفا للأرض، وبقيـــت قياســـات الفرغـــانى هـــذه مستخدمة فى جميع أنحاء العالم حتى القـــرن التاســـع الهجـــرى، الخـــامس عشر الميلادى، فاعتمد علماء العرب والمسلمين اللاحقـــين وعلمـــاء الغـــرب المحدثين فى علم الفلك على نتائج الفرغانى تلك التى ضـــمنها كتبـــه التـــى أوضحت الدراسة أن أهمها كتاب فى جوامع علم النجوم وأصـــول الحركـــات السماوية الذى يُعد أقدم كتاب عربى وصل إلينا كاملاً فـــى عـــرض النظـــام البطلمى، عرض فيه الفرغانى كيفية ظهور الكون حسب نتائج بطلميوس، إلا

أنه لم يسلم بكل اراء بطلميوس، بل وقف بالنقد على بعض مسائله، وصـــحح أخرى اعتمادا على تجاربه، ومنها تصحيح ميل فلك البروج من 23.51 درجة إلى 33.23 درجة ، وأكد تبعية أوجى الشمس والقمر لحركة مبادرة الإعتدالين للنجوم الثابتة . وقد وقفت الدراسة على مدى تأثير كتاب الفرغاني هــذا فـــي علماء الفلك اللاحقين له، وكيف امتد هذا التأثير إلى الغرب على أثر ترجمتـــه إلى اللغة اللاتينية سنة 1134 بمعرفة يحيى الأسبانى ، وبعد نصف قرن مـــن ظهور هذه الترجمة قدّم جيرار الكريمونى ترجمة لاتينية أخرى ، تلتها ترجمة عبرية قام بها يعقوب الأناضولى، واعتمدها كريستمان بعد فترة من صدورها مع غيرها من الترجمات اللاتينية فى إصدار ترجمة لاتينية جديدة كانت لهـــا أهمية كبيرة فى تطور علم الفلك عند الغربيين وليس أدل علـــى ذلـــك مـــن الإقتباسات الكثيرة التى اقتبسها العالم الفلكى الفرنسى بيير دويم من الفرغانى ودونها فى كتابه " نظام العالم " وخاصة المجلدين الثالث والرابع .

وأوضحت الدراسة كيف تناول البتانى مسألة اتفاق كوكبين فى خـــط الطول أو خط العرض السماوى سواء كان الكوكبان أحدهما أو كلاهمـــا فـــى دائرة فلك البروج أو خارجها. وقد ضمّن تلك المسألة الفلكيـــة المهمـــة فـــى رسالتيه: "فى مقدار الاتصالات" و "فى تحقيق أقـــدار الاتـــصالات"، وبحـــث البتانى الفرق بين حركات الكواكب فى مساراتها ثابتة المقدار، وبين حركاتها الحقيقية التى تختلف من موضع إلى آخر، وسطّر هذا فى مؤلفه "كتاب تعديل الكواكب". كما قدّم البتانى حلاً رياضياتيا للمسألة التنجمية لاتجـــاه الراصـــد، ودوّنه في تصنيفه "كتاب معرفة مطالع البروج فيما بين أرباع الفلك". وبيّنـــت الدراسة أن "الزيج الصابئ" يأتى على قمة مؤلفات البتانى من حيث الأهميـــة، ضمنه أرصاده للكواكب الثابتة أو النجوم لسنة 299 هـــ، وخلاصـــة أعمالـــه

الفلكية التى قام بها على مدار ما يربو على أربعين سنة، فضمّن زيجه أهم أرصاده الفلكية التى صححت حركات القمر والكواكب، ووضعه جداول فلكية وافية تتعلق بحركات الأجرام التى اكتشفها، ولكل هذا وصف الغربيون زيج البتانى بأنه أصح الأزياج، وكان لهذا الكتاب أثر عظيم سواء فى علم الفلك أو حساب المثلثات الكرى خلال العصور الإسلامية (الوسطى) وعصر النهضة الأوربية، فقد تُرجم إلى اللاتينية مرات كثيرة منذ القرن الثانى عشر وحتى القرن التاسع عشر، الأمر الذى جعل الغربيون يعدون البتانى أحد علماء الفلك الأفذاذ على مرّ العصور. ومن هذا الكتاب وغيره من مؤلفات البتانى عرف العالَم أن البتانى هو أول من اكتشف السمت Azimuth والنظير Nadir وحدد نقطتيهما من السماء، كما حدد طول السنة المدارية والفصول والفلك (المدار) الحقيقى والمتوسط للشمس، وقام بتحقيق مواقع كثير من النجوم وتصحيح أرصاد القدماء فيها، إما لارتكابهم خطأ فى إجراء هذه الأرصاد، أو لأن مواقع النجوم نفسها قد تغيرت بالنسبة إلى الأرض. فقد صحح تقدير بطلميوس لحركة المبادرة الإعتدالية، وضبطه بدقة، وخالف بطلميوس فى ثبات الأوج الشمسى، وبرهن على تبعيته لحركة المبادرة الاعتدالية، كما صحح قيمة ميل فلك البروج على فلك معدل النهار، وجملة أخرى من حركات القمر والكواكب السيارة. وأوضحت الدراسة أن للبتانى أرصاداً جليلة للخسوف والكسوف أعتمد عليها دنثورن سنة 1749 فى تحديده لتسارع القمر فى حركته خلال قرن من الزمان. فلقد حدد البتانى ميل دائرة فلك النجوم أو الدائرة الكسوفية بمقدار 23 درجة و 35 دقيقة، وبعد حوالى ألف سنة قام نظيره لالاند الفلكى الفرنسى الكبير (ت 1807) بحساب ذلك الميل فوجد مقداره 23 درجة و 35 دقيقة و41 ثانية، أى بزيادة هذا الفرق من الثوانى

لأنه أضاف إلى تقدير البتانى 44 ثانية للإنكسار، ثم طـرح منهـا 3 ثـوان للاختلاف الأفقى، ولهذا عد لالاند البتانى من الفلكيين العشرين المبرزين الذين أنجبتهم الإنسانية منذ خلقها الله وحتّى الآن .

ووقفت الدراسة على مكانة أبى الحسين عبد الرحمن الصوفى الفلكية من حيث انه يعد أحد علماء الفلك المسلمين الأفذاذ قدّم من الإنجازات الفلكيـة ما أفادت العلم الحديث ، ودوّن هذه الإنجازات فى مؤلفاته الفلكيـة ، ومنهـا كتاب صور الكواكب الثمانية والأربعين الذى يُعد أشهر مؤلفات الـصوفى ، راجع فيه النجوم الواردة فى كتاب المجسطى لبطلميوس بمنتهى الدقة ، الأمر الذى جعل شيليرب الدنماركى الذى ترجم الكتاب يمتدحه بالقول بأن الصوفى قد أعطانا وصفا عن السماء المرصعة بالنجوم بصورة أحسن مما توفر مـن قبل ، وقد بقى هذا الوصف لتسعة قرون دون أن يوجد له نظيـر . وبيّنـت الدراسة كيف يأتى " كتاب الكواكب الثابتة " للصوفى على قمة مؤلفاته مـن حيث الأهمية والعظمة ، حيث عدّه سارتون أحد الكتب الثلاثة الرئيسة فى علم الفلك عند المسلمين. والكتابان الآخران هما زيج ابن يونس ، وزيج أولغ بك . ولعل أهم مايميز كتاب الكواكب الثابتة للصوفى رسـومه الملونـة للأبـراج والنجوم السماوية تلك ألتى مثلها على هيئة بـشرية وحيوانيـة . وأوضـحت الدراسة كيف وقف المشتغلون بالفلك من الجانب الغربى علـى مـا أنجـزه الصوفى ، بعد أن ترجموا مؤلفاته وحققوها ونشروها، فوجدوا أنه رصد آلاف النجوم وعدّها وجدد أبعادها طولا وعرضا فى السماء ، ودرجة شـعاع كـل منها، وقدر أحجامها ، كما قدر مبادرة الاعتـدالين ، وقـرر بعـد أرصـاده ومشاهداته أن عدد النجوم الخفية أكثر بكثير من العدد الذى يحسبه الفلكيـون وهو 1025، فاكتشف الصوفى نجوما لم يسبقه أحد إلى اكتـشافها ، ورسـم

خريطة للسماء بيّن فيها كل هذه المواضع، كما وضع جدولاً للنجـــوم صـــحح بمقتضاه أخطاء من سبقوه . ولم يقتصر هذا الفلكـــى العظـــيم ، علـــى رأى الدوميلى ، على تعيين كثير من الكواكب التى لا توجد عند بطلميـــوس ، بـــل صحح أيضاً كثيراً من الملاحظات التى أخطأ فيها ، ومكن بذلك المحدثين من التعرف على الكواكب التى حدد فيها الفلكى اليونانى مراكز غير دقيقة ، ولذا اعتبر علماء الفلك الغربيين أن الصوفى يمثل نقطة تحول من عصر بطلميوس إلى عصره ، ثم إلى العصرالحاضر ، واعتبروا أن كتابه فى الكواكب الثابتة أصح من كتاب بطلميوس ، وزيجه أصح زيج وصل إلينا من كتب القـــدماء ، كما عدوا الصوفى أول من اكتشف مايُعرف الآن باسم " سديم مسيبة " وهـــى سحابة من المادة الكونية. وعلى مؤلفاته اعتمد الفلكيون المحدثون فى حـــساب التغير فى ضوء بعض النجوم .

أما ابن يونس المصرى فقد أوضحت الدراسة كيف حظى بمكانة كبيرة لدى الخلفاء الفاطميين الذين قدروا نبوغه وتفوقه وشجعوه على متابعة وإتمام بحوثه فى علم الفلك والرياضيات إلى الدرجة التى معها بنوا له مرصدا على جبل المقطم قرب مدينة الفسطاط (القاهرة) زوده بما يلزم من أحدث الآلات والأدوات المعروفة عصرئذ . وبناءً على طلب العزيز الفاطمى أبو الحـــاكم ، ألف ابن يونس " الزيج الكبير الحاكمى" دوّن فيه الهـــدف مـــن وراء تأليفـــه ووضعه وهو التحقق من أرصاد السابقين له ونظرياتهم فى الثوابـــت الفلكيـــة لاستدراك ما فاتهم ، ففيه سجل ابن يونس رصده لكسوف الشمس وخـــسوف القمر فى القاهرة سنة 369هـــ/978م بعد أن راقبه لمدة سنتين ، وأثبت مـــن هذا الرصد تزايد حركة القمر ، واستطاع حساب ميل دائرة البروج، وحساب العجلة القريبة فى الحركة المتوسطة للقمر ، ذلك الـــذى جـــاء أدق حـــساب

وأقربه حتى ظهور آلات الرصد الحديثة . وقد قام زيج ابـن يـونس مقـام المجسطى ، والمؤلفات التى ألفها علماء بغداد على حد قول سيديو ، وأفاد ابن يونس بزيجه فائدة قيمة بحسب سوتر ، وبحسب علماء الغرب ترجم كوسـان ونشر بعض أجزاء الزيج التى تحتوى على أرصاد ابن يونس عن الكسوف والخسوف واقتران الكواكب ، فضلا عن أرصاد الفلكيين القدماء ، الأمر الذى حدا بمؤرخ العلم الشهير جورج سارتون إلى التقرير بأن ابن يونس ربما كان أعظم فلكى مسلم ويشكل زيجه مع زيج عبد الرحمن الصوفى وزيج الغ بـك الكتب الرئيسة الثلاثة التى اشتهرت فى علم الفلك عند المسلمين . وبيّنت الدراسة كيف ظل ابن يونس يستعمل من سنة 369 الى سنة 398هـ /979 م أظلالاً أى خطوطاً مماسة وأظلال تمام حسب بها الجـداول الستينية التـى وضعها ، واستعمل المسقط العمودى للكرة السماوية على كل مـن المستوى الأفقى ومستوى الزوال لحل مسائل وأعمال صعبة فى المثلثات الكرويـة . وأوجد القيمة التقريبية لجيب (أ°) ، واخترع حساب الأقواس لتريح من كثـرة استخراج الجذور المربعة وتسهل قوانين التقويم . وعُد ابن يـونس أول مـن وضع قانونا فى حساب المثلثات الكروية يمكن به تحويل عمليات الضرب إلى عمليات جمع، فكان له أهمية كبرى عند علماء الفلك قبل اعتماد اللوغاريتمات، إذ حل كثير من المسائل الطويلة المعقدة .

وأثناء بحث الدراسة فى البيرونى ، بيّنت كيف قال بكرويـة الأرض كما قال من سبقه من علماء اليونان كفيثاغورث الذى قدّم بعض الأدلة علـى كرويتها ، إلا أنها كانت محل نقد وخاصة من مواطنه أرسطو . وأما أدلـة البيرونى فجاءت علمية منطقية تشير إلى صعوبة إثبات عكسها من ناحيـة ، وتشير إلى عبقرية البيرونى من ناحية أخرى. أما دوران الأرض فقد نـادى

بطلميوس فى العصر اليونانى بدوران الشمس حول الأرض ، وظل هذا الرأى سائداً لقرون طويلة إلى أن جاء البيرونى وأثبت عكسه ، وهو أن الأرض تدور أمام الشمس حول محورها ، وهو الرأى الذى نادى به كوبر نيكوس فى العصر الحديث مدعيا انه أول من اكتشفه ، مع أن البيرونى قد نادى به واثبته قبله بمئات السنين ، حيث رأى البيرونى أن الأرض تدور حول محورها ، ودليل ذلك تعاقب الليل والنهار ، وينتج اختلاف الأوقات من مكان إلى آخر على الأرض نتيجة استدارتها . ولو لم تكن الأرض مستديرة وتدور أمام الشمس حول محورها ، لما اختلف الليل والنهار فى الشتاء والصيف. وإذا كان الليل والنهار يتعاقبان نتيجة دوران الأرض أمام الشمس حول محورها . فإن تعاقب الفصول الأربعة : الصيف والخريف والشتاء والربيع يتعاقبوا نتيجة دوران الأرض حول الشمس دورة كاملة كل سنة. واستدل البيرونى على دوران الأرض حول الشمس من التساوى بين الليل والنهار مرتين فى السنة ، مرة فى الخريف ، وأخرى فى الربيع . ويختلف طول الليل والنهار فى الشتاء والصيف فالنهار ينتهى فى طوله عند تناهى قرب الشمس من القطب الشمالى ، وينتهى فى قصره عند تناهى بعدها عنه . ويساوى ليل الصيف الأقصر نهار الشتاء الأقصر ، وهذا يؤكد قوله تعالى : " يولج الليل فى النهار ويولج النهار فى الليل "أى يطوّل الليل ويأخذه من النهار ، ويطوّل النهار ويأخذه من الليل ، فيُدخل طائفة من الليل فى النهار، فيقصر الليل، ويطول النهار ، ويُدخل طائفة من النهار فى الليل ، فيقصر النهار ويطول الليل. ووجدت الدراسة أن العلم الحديث يؤكد على ما قال به وأثبته البيرونى، فالأرض تدور مثل بقية الكواكب الأخرى حول الشمس فى مدار اهليجى مرة واحدة في السنة مستغرقة 365.25يوماً تقريبا ، فينتج عن هذا الدوران

الفصول الأربعة . وتدور الأرض حول محورها أمام الشمس مرة واحدة فى اليوم ، فينتج الليل والنهار .

ووجدت الدراسة أن من أهم منجزات البيرونى الفلكية أنه يعد من أوائل العلماء الذين استطاعوا تحديد مقدار زاوية المحور أو الميل الأعظم Obliquity of the ecliptic الذى جعله البيرونى لتحديد المنقلبين الصيفى والشتوى والاعتدالين الربيعى والخريفى، فهو من أهم علاقات الترابط بين الشمس والأرض . وتوصل البيرونى بتجاربه ومشاهداته والآلة التى ابتكرها لهذا القياس إلى أن مقدار زاوية المحور أو زاوية تقاطع معدل النهار تساوى 23.5 ، وهى نفس الدرجة التى أكدها العلم الحديث . كما بيّنت الدراسة كيف يُعد البيرونى أول عالم يبحث فى الجاذبية الأرضية ويكتشفها، ويدلل على ذلك بأن الجسم يسقط إلى الأرض تبعا لحجمه ومسافة أو قوة السقوط ، وهذا صادر عن قوانين صحيحة تجعل الأشياء الثقيلة تقع إلى الأرض، وذلك لما فى طبعها من إمساك الأشياء وحفظها . وليس للأرض عند البيرونى قوة جاذبية واحدة فى جميع أرجائها ، بل تختلف عند خط الأستواء عما عداه من أرجاء الأرض ، فلو أنزلنا حجرا على خط الأستواء لنزل مع المحور بزاوية قائمة ، وليس ذلك بمشاهد إلا فى خط الاستواء، وأما فى سائر البلاد فإنه يحيط مع المحور بزاوية حادة ، ويرجع هذا إلى أن قطر الأرض الواصل بين قطبيها أقصر من قطرها عند خط الأستواء . ومن هنا انتهت الدراسة إلى أن البيرونى هو أول من اكتشف جاذبية الأرض وأثبتها ، وليس نيوتن الإنجليزى، وأن هذه الجاذبية تبعا للبيرونى تختلف عند خط الاستواء عن قطبيها الشمالى والجنوبى .

كذلك لم يكن الفلكي لابلاس الفرنسي ونيوتن الإنجليزى هما أول من شرحا وبينا ظاهرة المد والجزر، بل سبقهما إلى ذلك البيرونى حيث رأى وأثبت أن لتأثيرات القمر فى البحار والرطوبات حالات دائرة فى أرباع الشهر واليوم بليلته ، فمن دوران القمر حول الأرض دورة كاملة كل شهر وبتأثير أشكاله المختلفة من بدر وهلال وتربعين أول وثان ، وفى أوقاتهم ، يحدث المد، كما يحدث مرتين فى اليوم صباحا ومساءً فى مكان نتيجته دورة القمر الظاهرية . ويحدث الجزر مرتين إحداهما بعد الظهيرة والأخرى بعد منتصف الليل . واستطاع البيرونى قياس ارتفاع الماء فى البحار أثناء المد والذى يغشى الشط ، والجزر يغشى أكثر أماكن البحر الأخرى ، وقدره بحوالى واحد وستين ذراعاً . وإذا علمنا أن مقدار الذراع على أيام البيرونى يساوى أربعين سنتيمترا، فإن ارتفاع الماء أثناء المد يبلغ حوالى أربعة وعشرين مترا، وهذا قريب جدا من القياس الحديث . وانتهت الدراسة فى البيرونى بأحد المسائل الفلكية المهمة التى شغلت الفلكيين قبله وبعده، وهى مسألة قياس محيط الأرض ، وأوضحت الدراسة كيف اطلع البيرونى على قياس سابقيه ، وبعد أن تعرض بالنقد لبعضه ، سجل طريقته فى قياس محيط الأرض، والذى أخرجه مقتربا إلى حد كبير مما يأخذ به العلم الحديث، بل ووضع قاعدة لقياس محيط الأرض تُعرف حتى الآن بقاعدة البيرونى .

وبختام الدراسة موضوعاتها بابن الشاطر، بينت كيف سادت نظرية بطلميوس الفلكية حتى عصر ابن الشاطر ومؤداها أن الأرض مركز الكون والأجرام تدور حولها.

وكان علماء الفلك المسلمين قبل ابن الشاطر يشككون فى هذه النظرية لكنهم لم يعدلوها، حتى جاء ابن الشاطر وسجل مشاهداته وأجرى تجاربه التى

أثبتت خطأ هذه النظرية، وأثبت ابن الشاطر أن الأرض ليست هـى مركـز العالم، بل الشمس هى التى تقع فى مركزه، والكواكب تدور حولها، ووضـع نظرية حركة الكواكب، وتمكن من تحديد مدارى عطارد والقمر الذين حيّـرا علماء الفلك طويلاً، ووضع لحركتيهما نموذجين مثّلا أول ابتكار غير بطلمى يتحقق فى مسيرة علم الفلك الحديث، وهذا ما أخذه الفلكى البولندى كوبرنيكس (ت 1543) ونسبه لنفسه زوراً وبهتاناً، ونادى به فى العصر الحديث، وأُشتهر بالنظام الكوبرنيكى بعد ابن الشاطر بقرنين من الزمان.

وبعد أن أوضحت الدراسة كيف ابتكر ابن الشاطر وطوّر العديد مـن الآلات الفلكية، انتهت إلى أنه ساهم مع غيره من علماء الفلك المـسلمين فـى إعادة صياغة هيئة بطلميوس الفلكية، والتى مهدت لنظريـات فلكيـة جديـدة أسست لعلم الفلك الحديث. إلا أن ابن الشاطر قد انتهج نهجاً خاصاً به تميز به عن الفلكيين المسلمين، ولذا يُعد الرائـد والمقـدم الأول دون إجحـاف تبعـاً للألمانى بيترشمالتسل: فلقد اكتشف ابن الشاطر وأثبت أن حركة الكواكب تتخذ شكلاً إهليجياً، أى تتحرك فى مدارات شبه دائرية، وقد أكدت النظريات الفلكية الحديثة ما أثبته ابن الشاطر وخاصة قانون كبلر الفلكـى الأول. ورأى ابـن الشاطر أن الأجسام تستمر على حالتها من السكون أو الحركة وفى اسـتقامة مالم يؤثر عليها مؤثر. وهذا الرأى أخذه نيوتن الإنجليزى وصاغه فى صورة قانونه الفيزيائى الأول. ووقفت الدراسة على تقرير جورج سارتون القائل بإن ابن الشاطر درس حركة الأجرام السماوية بكل دقة وعناية، فأثبت أن زاويـة انحراف البروج تساوى 23 درجة و 31 دقيقة، مع العلم أن القيمـة الحديثـة التى اهتدى إليها علماء القرن العشرين بواسطة الحاسب الأفيكترونى هى 23 درجة و 31 دقيقة و19.8 ثانية. وأكد ديفيد كينج أن كوبرنيكس أخذ كثيراً من

النظريات الفلكية المنسوبة إليه من ابن الشاطر حيث قال: أثبت الكثيـــر مـــن النظريات الفلكية المنسوبة لنيكولاس كوبرنيكس، والتى أخذها من العالم المسلم ابن الشاطر.

يتبين من كل ما سبق أن العمل العلمى الذى قُدم فى هذا الكتاب يوضح مدى حجم إسهام علماء الفلك المسلمين فى تطور هذا العلم المهم منذ العصور الإسلامية (الوسطى) وحتى العصر الحـــديث. فمـــا قـــدموه مـــن ابتكـــارات واكتشافات فلكية، وما دشنوه من نظريات جديدة، أدت إلى تأسيس وقيام علـــم الفلك الحديث.

وتلك هى النتيجة النهائية التى تنتهى إليها هذه الدراسة.

والله أعلى وأعلم.

ملحق

مُعجم بأسماء النجوم العربية الأصيلة

Acher nahr	آخر النهار
Enif	الأنف
Ether	الأثير
Ased	الأسد
Izar	الأزار
Iclil	الإكليل
Ibrat almirfak	إبرة المرفق
Arnab	الأرنب
Betelgeuse	بيت الجوزاء
Baid	البيض
Botein	البطين
Kiladah	التلادة
Algebar	الجبار
Algenib	الجنب
Algeiba	الجبهة
Ghamus	الجاموس
Janah alghurab	جناح الغراب
Homel	الحمل
Alcor	الخوار
Aldebaran	الدبران
Aldalow Alsok	الدلو الساقى
Dub alasgar	الدب الأصغر

Dub alacbar	الدب الأكبر
Dabih	ذابح
Alderamin	الذراع اليمنى
Deneb	الذنب
Deneb Kaitos	ذنب قيطس
Ras alhague	رأس الحواء
Ras alasad	رأس الأسد
Ras toban	رأس الثعبان
Ras alghul	رأس الجانى
Ras alhamal	رأس الحمل
Ras aljauze	رأس الجوزاء
Ras Elrakis	رأس الراقص
Elrischa	الرشاء
Ruba	الربع
Rucba	الركبة
Rumh	الرمح
Aldhibain	الذئبان
Alzubra	الزبرة
Ziyj	الزيج
Zaurak	الزورق
Alsafinna	السفينة
Azulafa	السلحفاة

Saak	الساق
Sabik	السابق
Sunbulah	السنبلة
Suhoil alfard	سهيل الفرد
Suha	السهى
Alchiba	الشبا
Sharaton	الشرطان
Alshamarish	الشماريخ
Shauka	الشوكة
Shaula	الشولة
Sadr	صدر الدجاجة
Salib alwaki	الصليب الواقع
Diphda	الضفدع الثانى
Altair	الطائر
Tarik	الطارق
Altarf	الطرف
Atik	عاتق الثريا
Adhafera	العذارى
Arsh	عرش
Arkab	عرقوب الرامى
Alokab	العقاب
Alanak	العناق

Alanak alard	عناق الأرض
Ain	العين
Algorabe	الغراب
Algol	الغول
Fakhdh	الفخذ
Alphard	الفرد
Alfaras	الفرس
Faras Alawwal	الفرس الأول
Alphirk	الفرق
Alphecca	الفكة
Fum alassad	فم الأسد
Fum alhut	فم الحوت
Fum alsamakah	فم السمكة
Fum alfaras	فم الفرس
Fahd	الفهد
Alkaid	القائد
Alkaphrah	القفرة
Qalb alaqrab	قلب العقرب
Centauris	قنطورس - الظلمان
Cetus	قيطس - سبع البحر
Cepheus	قيفاوس
Alkes	الكأس

Kabed – Ased	كبد الأسد
Caph	كف السريا – سنام الناقة
Kiffatan	الكفتان – الميزان
Kiffa	الكفة
Chileb	كلب الراعى
Alkalurops	عصب الراعى – القرطبوس
Mizar	المئزر
Mebsuta	المبسوطة – ذراع الأسد
Almijmarah	المجمرة – المذبح
Mirzam	المزرم
Mirfak	المرفق
Misam	المعصم
Mekbuda	المقبوضة
Manzil	منزل القمر
Mintaka	المنطقة
Almenkeb	منكب الفرس
Elnath	الناطح
Alnasr altair	النسر الطائر
Nadir	النظير
Nahr	النهر
Halo	الهالة
Alhena	الهنعة – الميسان



أهم المصادر والمراجع

ابن أبى أصيبعة : عيون الأنبـاء فى طبقات الأطبـاء، طبعـة دار الحياة، بيروت، بدون تاريخ.

ابن الشاطر : الريع التام لمواقيت الإسلام، مخطـوط مكتبـة اكسفورد رقم 932 .1.

.... : الريع العلائى، مخطوط مكتبة اكسفورد رقـم 1 .1030.

.... : الزيج الجديد، مخطوط المكتبة الظاهرية بدمشق رقم 3095.

.... : نهاية السؤال فى تصحيح الأصـول، مخطـوط مكتبة لايدن رقم 1116.

ابن النديم : الفهرست، طبعة القاهرة القديمة 1948.

البتانى : زيج الصابئ، نشرة كارلو نيلينو، روما 1907.

بنو موسى بن شاكر : الدرجات المعروفة، مخطوط معهد المخطوطات العربية رقم 60 فلك.

.... : كتاب معرفة مساحة الأشكال، تحريـر نـصير الدين الطوسى، ط الأولى، حجر حيـدر، آبـاد الدكن، الهند 1359 هـ.

البيرونى : الآثار الباقية عن القرون الخالية، طبعة مكتبـة المثنى ببغداد، بدون تاريخ.

.... : الإصطرلاب، مخطوط دار الكتب المصرية رقم 914 فلك.

.... : تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن، تحقيق ب. بولجاف، مراجعة إمام إبراهيم أحمد، معهد المخطوطات العربية 1962.

.... : تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة فى العقل أو مرذولة، طبعة دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن، الهند 1958.

.... : القانون المسعودى، طبعة دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن، الهند 1954.

جورج سارتون : تاريخ العلم، ترجمة لفيف من الدكاترة، دار المعارف، القاهرة، 1957.

خالد حربى : علوم حضارة الإسلام ودورها فى الحضارة الإنسانية، سلسلة كتاب الأمة، قطر 2005.

صاعد الأندلسى : طبقات الأمم، طبعة القاهرة القديمة، بدون تاريخ.

الفرغانى : كتاب فى جوامع علم النجوم وأصول الحركات السماوية، مخطوط دار الكتب المصرية رقم 5/ 301 فلك.

فهرست الكتاب

أعمال الدكتور خالد حربى

1- بُرء ساعة : للرازى (دراسة وتحقيق)، دار ملتقى الفكر، الإسكندرية 1999، الطبعة الثانية، دار الوفاء2005 .

2- نشأة الإسكندرية وتواصل نهضتها العلمية. : الطبعة الأولى، دار ملتقى الفكر، الإسكندرية 1999.

3- أبو بكر الرازى حجة الطب فى العالم : الطبعة الأولى، دار ملتقى الفكر، الإسكندرية 1999، الطبعة الثانية، دار الوفاء، الإسكندرية 2006.

4- خلاصة التداوى بالغذاء والأعشاب : الطبعة الأولى ، دار ملتقى الفكر الإسكندرية 1999- الطبعة الثانية 2000، توزيع مؤسسة أخبار اليوم ، الطبعة الثالثة دار الوفاء ، الإسكندرية 2006 .

5- الأسس الابستمولوجية لتاريخ الطب العربي : دار الثقافة العلمية،الإسكندرية 2001 ، الطبعة الثانية ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2005.

6- الرازى فى حضارة العرب : (ترجمة وتقديم وتعليق)، دار الثقافة العلمية، الإسكندرية 2002.

7- سر صناعة الطب : للرازى (دراسة وتحقيق)، دار الثقافة العلمية الإسكندرية 2002 ، الطبعة الثانية، دار الوفاء، الإسكندرية 2005.

8- كتاب التجارب : للرازى (دراسة وتحقيق)، دار الثقافة العلمية، الإسكندرية 2002 ، الطبعة الثانية دار الوفاء الإسكندرية 2005.

9- جراب المجربات وخزانة الأطباء : للرازى (دراسة وتحقيق وتنقيح)، دار الثقافة العلمية، الإسكندرية 2000، الطبعة الثانية دار الوفاء الإسكندرية 2005.

10- المدارس الفلسفية فى الفكر الإسلامى(1) "الكندى والفارابي" : الطبعة الأولى منشأة المعارف، الإسكندرية 2003 . الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

11- دراسات فى الفكر العلمى المعاصر (1) علم المنطق الرياضى : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2003 .

12- دراسات فى الفكر العلمى المعاصر (2) الغائية والحتمية وأثرهما فى الفعل الإنسانى : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2003 .

13- دراسات فى الفكر العلمى المعاصر (3) إنسان العصر بين البيولوجيا والهندسة الوراثية . : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2003 .

14- الأخلاق بين الفكرين الإسلامى والغربى :الطبعة الأولى منشأة المعارف، الإسكندرية 2003. الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

15- العولمة بين الفكرين الإسلامى والغربى "دراسة مقارنة" : الطبعة الأولى ، منشأة المعارف ، الإسكندرية 2003 ، الطبعة الثانية دار الوفاء ، الإسكندرية 2007 ، الطبعة الثالثة ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2010 .

16- العولمة وأبعادها . : مشاركة فى كتاب "رسالة المسلم المعاصر فى حقبة العولمة" ، الصادر عن وزارة الأوقاف والشئون الإسلامية بدولة قطر - مركز البحوث والدراسات ، رمضان 1424 ، أكتوبر - نوفمبر 2003.

17- الفكر الفلسفى اليونانى وأثره فى اللاحقين : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2003 ، الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

18- ملامح الفكر السياسى فى الإسلام : الطبعة الأولى دار الوفاء ، الإسكندرية 2003 ، الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

19- The Role of Orientalization in the West's Attitude to Islam and its civilization, Dar Al - Sakafa Al - Alamia, Alexandria 2003.

20- شهيد الخوف الإلهى ، الحسن البصري : الطبعة الأولى دار الوفاء، الإسكندرية 2003 ، الطبعة الثانية ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2006 .

21- دراسات فى التصوف الإسلامى : الطبعة الأولى دار الوفاء ، الإسكندرية 2003.

22- بنية الجماعات العلمية العربية الإسلامية : الطبعة الأولى دار الوفاء، الإسكندرية 2004 ، الطبعة الثانية ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2010.

23- نماذج لعلوم الحضارة الإسلامية وأثرها فى الآخر : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2005 .

24- مقالة فى النقرس للرازى (دراسة وتحقيق). : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2005، الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

25- التراث المخطوط: رؤية فى التبصير والفهم(1) علوم الدين لحجة الإسلام ابى حامد الغزالى. : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2005.

26- التراث المخطوط: رؤية فى التبصير والفهم (2) المنطق. : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2005.

27- علوم حضارة الإسلام ودورها فى الحضارة الإنسانية : الطبعة الأولى ، سلسلة كتاب الأمة ، قطر 2005.

28- علم الحوار العربى الإسلامى "آدابه وأصوله". الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2006.

29- المسلمون والآخر حوار وتفاهم وتبادل حضارى . : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2006. الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث، الإسكندرية 2009.

30- الأسر العلمية ظاهرة فريدة فى الحضارة الإسلامية . : الطبعة الأولى ، دار الوفاء، الإسكندرية 2006، الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

31- العبث بتراث الأمة فصول متوالية (1) . : الطبعة الأولى ، الإسكندرية 2006.

32-العبث بتراث الأمة (2) مائية الأثر الذى فى وجه القمر للحسن بن الهيثم فى الدراسات المعاصرة . : الطبعة الأولى ، الإسكندرية 2006.

33- منهاج العابدين لحجة الإسلام الإمام أبى حامد الغزالى (دراسة وتحقيق) : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2007 ، الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث، الإسكندرية 2010.

34- إبداع الطب النفسى العربى الإسلامى ، دراسة مقارنة بالعلم الحديث . :الطبعة الأولى ، المنظمة الإسلامية للعلوم الطبية ، الكويت 2007.

35- مخطوطات الطب والصيدلة بين الإسكندرية والكويت : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2007.

36- مقدمة فى علم "الحوار" الإسلامى : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

37- تاريخ كيمبردج للإسلام ، العلم (ترجمه وتقديم وتعليق) الطبعة الأولى، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

38- علوم الحضارة الإسلامية ودورها فى الحضارة الإنسانية : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

39- دور الحضارة الإسلامية فى حفظ تراث الحضارة اليونانية (1) أبقراط "إعادة اكتشف لمؤلفات مفقودة". : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

40- دور الحضارة الإسلامية فى حفظ تراث الحضارة اليونانيــة (2) جــالينوس "إعادة اكتشف لمؤلفات مفقودة". : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإســكندرية 2009.

41- مدارس علــم الكــلام فــى الفكــر الإسلامى المعتزلة والأشاعرة : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإســكندرية 2009.

42- The Impact of sciences of Islamic Civilization on Human Civilization. Dar Al - MaKTAB Al- Gamaay Al- Hadis, Alexandria 2010.

43- أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (1) تياذوق، إعــادة اكتــشاف لنــصوص مجهولة ومفقودة : الطبعة الأولى، دار الوفاء الإسكندرية 2010.

44-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (2) ماسرجويه البصرى، إعادة اكتــشاف لنصوص مجهولة ومفقودة :الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

45-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (3) عيسى بــن حكــم، إعــادة اكتــشاف لنصوص مجهولة ومفقودة : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

46-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (4) عبدوس، إعادة اكتــشاف لنــصوص مجهولة ومفقودة :الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

47-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (5) الساهــر ، إعادة اكتــشاف لنــصوص مجهولة ومفقودة :الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

48-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (6) آل بختيشوع، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة :الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

49-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (7) الطبرى، إعادة اكتــشاف لنــصوص مجهولة ومفقودة : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2010.

50-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (8) يحيى بن ماسويه، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة :الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

51- أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (9) حنين بن اسحق، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة :الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

52-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (10) اسحق بن حنين، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة :الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

53- طب العيون فى الحضارة الإسلامية "أسس و اكتشافات" :الطبعة الأولى المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2010.

54-علم الحوار الإسلامى : كتاب المجلة العربية العدد412 المملكة العربية السعودية ابريل2011

55-الطب النفسى فى الحضارة الإسلامية "تنظير وتأسيس وإبداع" : الطبعة الأولى المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية2011.

56- دور الحضارة الإسلامية فى حفظ تراث الحضارة اليونانية (4) روفس الأفسسى، إعادة اكتشاف لمؤلفات مفقودة الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2011.

57- دور الحضارة الإسلامية فى حفظ تراث الحضارة اليونانية (5) ديسقوريدس، إعادة اكتشاف لمؤلفات مفقودة. : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2011.

58- الجوانية، دراسة فى فكر عثمان أمين : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2012.

59- طب الباطنة فى الحضارة الإسلامية "تأسيس وتأصيل" : الطبعة الأولى ، الالطبعة الاولى,المكتب الجامعى الحديث, الإسكندرية 2012.

60- أسس النهضة العلمية فى الإسلام الطبعة الأولى,دار الوفاء, الاسكندرية2012.

61-مبادئ النظام السياسى فى الاسلام "تأصيل وتفكير" الطبعة الاولى, المكتب الجامعى الحديث, الاسكندرية2012.

62- فرق العمل العلمية : الطبعة الاولى، كتاب المجلة العربية رقم 189، الريـــاض 2012.

63- طب الأسنان فى الحضارة الإسلامية "إبداع ممتد إلى العلم الحديث" الطبعة الاولى،المكتب الجامعى الحديث،الاسكندرية2012.

64- طب الأنف والأذن والحنجـــرة فـــى الحضارة الاسلامية الطبعة الاولى،المكتب الجامعى الحديث،الاسكندرية2013.

65- أســـس الرياضـــيات الحديثـــة فـــى الحضارة الاسلامية الطبعة الاولى، المكتب الجـــامعى الحـــديث، الاســـكندرية 2013.

66- أسس العلوم الحديثة فـــى الحـــضارة الإسلامية : الطبعة **الأولى**، دار الوفاء، الإسكندرية، 2013.

67- أسس علـــم الفلـــك فـــى الحـــضارة الإسلامية : الطبعة الأولى، المكتب الجامعى الحـــديث، الإســـكندرية 2013.